



**EletroMobilidade**

Transição para a Eletromobilidade  
nas Cidades Brasileiras

# RELATORIA COMPLETA

**DA IMPLEMENTAÇÃO DOS  
PROJETOS-PILOTO NAS CIDADE DE  
BELO HORIZONTE E FORTALEZA**





# RELATORIA COMPLETA

**DA IMPLEMENTAÇÃO DOS  
PROJETOS-PILOTO NAS CIDADE DE  
BELO HORIZONTE E FORTALEZA**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

**Presidente da República**

Jair Messias Bolsonaro

**MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

**Ministro do Desenvolvimento Regional**

Daniel Ferreira

**Secretário-Executivo**

Helder Melillo

**SECRETARIA NACIONAL DE MOBILIDADE E  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E URBANO**

**Secretário Nacional de Mobilidade e  
Desenvolvimento Regional e Urbano**

Sandra Maria Santos Holanda

**BANCO MUNDIAL**

**Economista Senior de Transporte**

Ana Waksberg Guerrini

**Consultora Especialista em Transporte**

Aline Lang

**Especialista em Desenvolvimento Social**

Gabriela Lima de Paula

**Consultora Especialista Ambiental**

Márcia Noura Paes



**EletoMobilidade**  
Transição para a Eletromobilidade  
nas Cidades Brasileiras

# RELATORIA COMPLETA

**DA IMPLEMENTAÇÃO DOS  
PROJETOS-PILOTO NAS CIDADE DE  
BELO HORIZONTE E FORTALEZA**

### **Coordenação-geral**

Ana Waksberg Guerrini – Banco Mundial

Fernando Araldi – MDR

Alejandro Muñoz Muñoz – IABS

### **Elaboração de conteúdo**

Roberto Torquato – Logit

Rodrigo Laboissiere – Logit

Fernando Fleury – Almeida & Fleury

Lilian R. G. Moreira Pires – Universidade Presbiteriana Mackenzie

### **Contribuições técnicas Banco Mundial**

Ana Waksberg Guerrini – Economista Senior de Transporte

Aline Lang – Consultora Especialista em Transporte

Gabriela Lima de Paula – Especialista em Desenvolvimento Social

Márcia Noura Paes – Consultora Especialista Ambiental

### **Revisão técnica**

Fernando Araldi – MDR

Adriana Souza – IABS

Jady Medeiros – IABS

Anna Carollina Palmeira – IABS

### **Colaboradores**

Ana Nassar – ITDP Brasil

Beatriz Gomes Rodrigues – ITDP Brasil

Clarisse Cunha Linke – ITDP Brasil

Pedro Bastos – ITDP Brasil

Bernardo Baranda – ITDP Mexico

Gonzalo Peon – ITDP Mexico

Fernando Howat – Logit

Wagner Colombini Martins – Logit

### **Revisão ortográfica e gramatical**

InPauta Comunicação

### **Coordenação editorial**

Mariana Resende – InPauta Comunicação

### **Projeto gráfico e diagramação**

Esa Gomes Magalhães – InPauta Comunicação

Bruno Silva Bastos – InPauta Comunicação

Relatoria Completa da Implementação dos Projetos - piloto nas cidades de Belo Horizonte e Fortaleza. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR e Banco Mundial (autores). Fundo de Tecnologia Limpa - CTF (financiador) - Brasília, 2022.

ISBN: 978-65-87999-52-4

64p.

1. Eletromobilidade 2. Implementação dos projetos I. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR II. Banco Mundial III. Fundo de Tecnologia Limpa - CTF

CDU: 629.3

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>1. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO</b>	<b>10</b>
1.1 Seleção das cidades	11
1.2 Avaliação institucional	14
1.3 Avaliação dos contratos vigentes	19
1.4 Elaboração de diagnóstico, benchmarking e caderno técnico de referência	20
1.5 Capacitações	21
1.6 Discussões técnicas	26
<b>2. PROGRESSO COM AS CIDADES</b>	<b>31</b>
2.1 Especificidades de Belo Horizonte	32
2.2 Especificidades de Fortaleza	38
2.3 Modelos de negócios considerados	41
2.4 Modelagem econômico-financeira	43
2.5 Discussões técnicas	44
2.6 Nível de conhecimento	47
<b>3. DESAFIOS ENCONTRADOS</b>	<b>53</b>
3.1 Pandemia de COVID-19	53
3.2 Nova tecnologia	55
3.3 Autonomia dos veículos elétricos	56
3.4 Parâmetros de preços de veículos elétricos	57
3.5 Descarte de veículos e baterias	58
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 1. Materiais de apoio das discussões técnicas</b>	<b>62</b>

# LISTA DE SIGLAS

---

<b>IABS</b>	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade
<b>BHTRANS</b>	Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte
<b>BNDES</b>	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BRT</b>	Bus Rapid Transit
<b>CAPAG</b>	Capacidade de Pagamento – Classificação de risco elaborada pelo Tesouro Nacional
<b>CE</b>	Estado do Ceará
<b>CF</b>	Constituição Federal
<b>CPI</b>	Comissão Parlamentar de Inquérito
<b>CTF</b>	Clean Technology Fund
<b>CTR</b>	Caderno Técnico de Referência
<b>ETUFOR</b>	Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa
<b>ICMS</b>	Imposto sobre operações relativas à Circulação de Mercadorias
<b>LGBTQIA+</b>	Lésbicas, gays, bissexuais, transgêneros, queer, intersexo, assexual outras identidades de gênero e orientações sexuais que não se encaixam no padrão cis-heteronormativo
<b>MDR</b>	Ministério do Desenvolvimento Regional
<b>MG</b>	Estado de Minas Gerais
<b>MOVE</b>	Sistema BRT de Belo Horizonte
<b>PBH Ativos</b>	Sociedade anônima de capital fechado que tem como acionistas o Município de Belo Horizonte, a PRODABEL e a BHTRANS
<b>PCD</b>	Pessoa com Deficiência
<b>PlanMob</b>	Plano de Mobilidade
<b>PlanMobBH</b>	Plano de Mobilidade de Belo Horizonte
<b>PNME</b>	Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica
<b>PRODABEL</b>	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte

- 
- RCL** Receita Corrente Líquida
  - RM** Região Metropolitana
  - RTS** Redes de Transporte e Serviços
  - SPE** Sociedade de Propósito Específico
  - ZEBRA** Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator

---

# INTRODUÇÃO

Este relatório corresponde ao **Produto D.3 - Relatoria Completa da Implementação dos Projetos-Piloto nas Cidades de Belo Horizonte e Fortaleza** do Projeto de Transição para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras. Este projeto é resultado do compromisso celebrado no Acordo de Doação (TF0A9650 Grant Agreement) entre o Banco Mundial e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), com recursos de doação do Clean Technology Fund (CTF) . O Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) é o principal beneficiário, que apoia a sua implementação e resguarda o alinhamento com as políticas governamentais.

O documento apresenta a relatoria do desenvolvimento dos Projetos-Piloto com as cidades de Belo Horizonte e Fortaleza, escolhidas no início do projeto, e está dividido em 3 capítulos.

O **Capítulo 1** descreve o processo de desenvolvimento dos Projetos-Piloto e todas as etapas envolvidas no levantamento de informações e realização de interações com as cidades escolhidas.

O **Capítulo 2** descreve o progresso e os resultados das avaliações e discussões realizadas com as cidades, que envolveram diversos atores. São abordadas as especificidades de cada cidade, os modelos de negócios considerados nas discussões, a abordagem para a modelagem econômico-financeira, o conteúdo das discussões técnicas realizadas e a escolha de um modelo de negócios para cada uma das cidades. Ao final do capítulo são apresentados os resultados gerais das pesquisas inicial e final para aferição do nível de conhecimento sobre os temas da Eletromobilidade.

O **Capítulo 3** aborda e discute os principais desafios encontrados ao longo do desenvolvimento dos Projetos-Piloto que se referem tanto a questões sociais e políticas, como a influência da pandemia de Covid-19 no equilíbrio financeiro dos sistemas de transportes das cidades, quanto a questões referentes ao início de implantação de uma nova tecnologia com poucas aplicações no território nacional ainda, como incertezas sobre a autonomia dos veículos e o reaproveitamento dos veículos e baterias ou o descarte ao final de sua vida-útil.

Este documento sumariza todo o processo de desenvolvimento e os principais desafios encontrados. Portanto, não apresenta os resultados detalhados das avaliações, estudos e atividades que estão descritos nos outros produtos (e seus anexos) desenvolvidos ao longo do processo de desenvolvimento dos Projetos-Piloto, descritos a seguir:

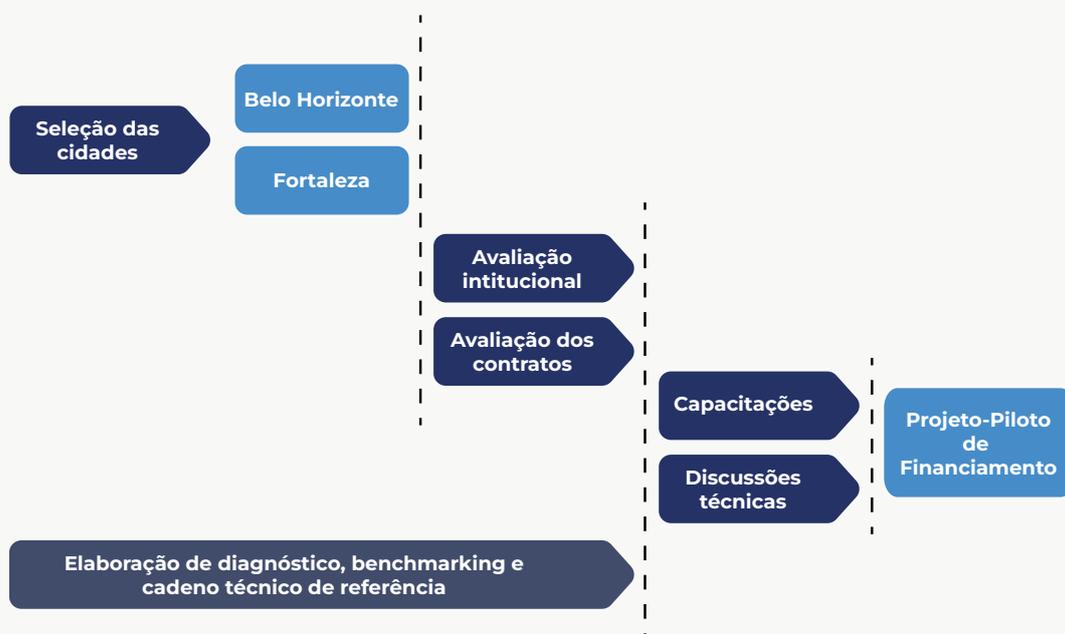
- **Produto D.1.a – Validação da Estrutura das 10 Cidades para a Escolha da Coordenação.** O documento apresenta as cidades potenciais para implementação de projetos-piloto de Eletromobilidade no Brasil, considerando uma série de parâmetros eliminatórios e classificatórios, com o objetivo de fornecer informações para que pudessem ser escolhidas duas cidades para receberem as atividades de avaliação institucional, treinamentos e desenvolvimento dos Projetos-Piloto de Financiamento de ônibus elétricos.
- **Produto D.1.b – Projeto de Financiamento de Ônibus Elétricos em Belo Horizonte.** Refere-se ao Projeto-Piloto de Financiamento de ônibus elétricos desenvolvido para o Município de Belo Horizonte, relatando o desenvolvimento do trabalho, que ocorreu de forma interativa entre a equipe de consultores e as equipes da cidade, por meio de diversas discussões técnicas. O documento também apresenta os resultados da modelagem econômico-financeira, os estudos operacionais, as recomendações para implantação e monitoramento e a estratégia de financiamento escolhida.
- **Produto D.1.b – Projeto de Financiamento de Ônibus Elétricos em Fortaleza.** Refere-se ao Projeto-Piloto de Financiamento de ônibus elétricos desenvolvido para o Município de Fortaleza, com conteúdo similar ao citado no documento acima.
- **Produto D.2.b – Relatório completo da avaliação institucional e aplicação dos treinamentos e capacitações nas Cidades de Belo Horizonte (MG) e Fortaleza (CE).** Apresenta a avaliação institucional e o planejamento e execução das capacitações realizadas com as cidades de Belo Horizonte (MG) e Fortaleza (CE), escolhidas pela coordenação para receberem os Projetos-Piloto de Financiamento de ônibus elétricos.

# PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Este capítulo descreve o processo de desenvolvimento dos Projetos-Piloto e todas as etapas envolvidas no levantamento de informações e realização de interações com as cidades escolhidas.

O processo pode ser dividido em 6 etapas, esquematizadas na Figura 1 abaixo.

**Figura 1 – Processo de desenvolvimento dos Projetos-Piloto de Financiamento**



O início do processo ocorreu com a seleção de 10 cidades e a escolha de duas que receberiam os Projetos-Piloto de Financiamento de ônibus elétricos. A partir das escolhas de Belo Horizonte (MG) e Fortaleza (CE),

procedeu-se à realização da avaliação institucional e da avaliação dos contratos vigentes em cada uma delas. Em paralelo, estava em elaboração os documentos de diagnóstico, *benchmarking* e caderno técnico de referência sobre ônibus elétricos no âmbito nacional, o que subsidiou e contribuiu com o processo de desenvolvimento dos Projetos-Piloto específicos.

A partir dos levantamentos e informações levantadas durante a produção dos documentos de referência (diagnóstico, *benchmarking* e caderno técnico de referência) e a partir dos resultados das atividades de avaliação institucional e dos contratos vigentes em Belo Horizonte e Fortaleza, foi proposto e realizado um ciclo de capacitações virtuais e de discussões técnicas com as equipes das cidades escolhidas. As discussões durante estas atividades permitiram o desenho e estruturação dos Projetos-Pilotos de Financiamento.

Cada uma destas etapas é descrita nos próximos itens, com enfoque na relatoria dos objetivos, faseamento, encadeamento de ações e processos realizados ao longo do projeto.

## 1.1 SELEÇÃO DAS CIDADES

Para a escolha das duas cidades, que seriam objeto das atividades de avaliação institucional, treinamentos e desenvolvimento dos projetos-piloto de financiamento, foi conduzido um processo de avaliação e seleção das cidades. O processo foi composto por duas etapas consecutivas, resumidas a seguir.

A **primeira etapa** teve como foco a pré-seleção de um grupo de cidades que pudessem ser avaliadas em maior detalhe na etapa seguinte. Assim, as cidades brasileiras foram classificadas de acordo com parâmetros, como o tamanho da população e a existência ou falta de um plano de mobilidade, entre outras informações. Nesta etapa o objetivo consistiu em partir do grupo de 34 cidades brasileiras, com mais de 700 mil habitantes e/ou capitais, para a obtenção de um grupo de 10 cidades, para uma caracterização e análise em maior detalhe na etapa seguinte.

Nesta etapa inicial foram adotados parâmetros eliminatórios, com o objetivo de reduzir o universo de análise, tornando a qualificação dos municípios viável. Parâmetros qualificadores também foram utilizados, permitindo a comparação dos municípios e a seleção de um grupo de pelo menos 10 cidades. A Tabela 1 resume os parâmetros adotados.

**Tabela 1 – Parâmetros eliminatórios e qualificadores adotados para a seleção de cidades para caracterização**

<b>Parâmetros eliminatórios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• População maior que 700 mil habitantes ou capitais</li> <li>• Participação nas Pesquisas Nacionais de Mobilidade Urbana de 2019 e/ou 2020</li> </ul>
<b>Parâmetros qualificadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possuir Plano de Mobilidade Urbana</li> <li>• Possuir ônibus elétricos</li> <li>• Possuir estudos para implantação de ônibus elétricos</li> <li>• Concessão do transporte público</li> <li>• Avanço em legislação relacionada ao clima, emissões ou eletromobilidade</li> <li>• Tecnologia - Uso de fonte de energia alternativa</li> <li>• Ambiental - Inspeção veicular ambiental</li> <li>• Sinergia - Projetos com Banco Mundial</li> </ul>

Os parâmetros utilizados para a seleção das cidades foram escolhidos de forma a permitir a identificação das cidades que apresentam uma situação mais propícia para a realização de um Projeto de Eletromobilidade. Para cada parâmetro atribuiu-se uma caracterização preliminar para cada cidade, de forma a subsidiar a escolha do grupo de cidades a ser considerada para a caracterização aprofundada seguinte.

Com base na avaliação de cada um destes parâmetros obteve-se um grupo de 15 cidades pré-selecionadas, conforme apresentado na figura seguinte (Fig. 2). Decidiu-se pela avaliação de um grupo maior de cidades, em relação à quantidade esperada inicialmente (10 cidades), uma vez que todas estas cidades se mostraram propícias (nesta primeira avaliação) para o recebimento do Projeto-Piloto.

Figura 2 – Cidades pré-selecionadas



A escolha do grupo de cidades a ser considerado para a etapa seguinte foi realizada pela Coordenação do projeto, com base nas recomendações e avaliações dos parâmetros apresentados pela equipe de consultores. O processo de seleção foi ainda alvo de várias discussões e revisões entre as equipes, de forma a garantir que o grupo de cidades estivesse realmente adequado aos objetivos do projeto.

Na **segunda etapa** realizou-se uma caracterização das cidades pré-selecionadas com maior aprofundamento em informações que indicassem uma maior vocação da cidade para o projeto em questão, permitindo para a Coordenação uma escolha fundamentada das duas cidades para o desenvolvimento dos projetos-piloto. Tal caracterização considerou características gerais e de mobilidade urbana, interesse da cidade em estruturar um Projeto de Eletromobilidade, avanço com temas relacionados à inclusão social e questões de gênero, capacidade de financiamento de projetos e aspectos relacionados ao meio ambiente e tecnologia.

Nesta etapa de caracterização foram levantadas informações adicionais sobre as cidades pré-selecionadas, permitindo o aprofundamento da caracterização nos parâmetros apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Parâmetros de caracterização das cidades pré-selecionadas**

<b>Parâmetros</b>	<b>Descrição</b>
<b>Características gerais e de mobilidade urbana</b>	Informações gerais sobre o município, como população, serviços de mobilidade, infraestrutura de transporte público coletivo e frota.
<b>Interesse em estruturar Projeto de Eletromobilidade</b>	Visão global sobre o contexto de implementação de um projeto-piloto de ônibus elétricos na cidade, retratando: o interesse do governo para esta implementação; os estudos existentes; a adequação às normas e legislação de eletromobilidade; a existência de questões contratuais que afetem a implementação; e a existência ou não de ônibus elétricos no município.
<b>Sinergia, inclusão e diversidade</b>	São consideradas as políticas existentes que dialoguem com as temáticas: inclusão social, questões de gênero e diversidade, e panorama das iniciativas em desenvolvimento no município e seus respectivos arranjos institucionais.
<b>Financiamento</b>	Para entender a capacidade financeira das cidades, apresenta-se análise da capacidade de pagamento para contrair novos empréstimos com garantia da União (CAPAG). Os critérios avaliados foram: a nota de endividamento, a nota por liquidez, a nota por poupança corrente, e a porcentagem de RCL despendido com pessoal.
<b>Meio Ambiente e Tecnologia</b>	Informações relacionadas ao compromisso da transição para uma matriz energética mais limpa e renovável e a priorização do transporte público coletivo. É importante também considerar o incentivo ao uso de tecnologia e energias renováveis.

Para avaliar se a cidade possui condições favoráveis para implantação de projetos de Eletromobilidade, foram levados em consideração aspectos de meio ambiente, inclusão social e questões de gênero. Além disto, foram revisados os planos de governo dos atuais prefeitos, os indicadores de capacidade de financiamento e a estrutura institucional dos municípios.

De forma a complementar as informações sobre a cidade, foram coletadas informações sobre o contexto do transporte público coletivo, identificação dos avanços no tema de Eletromobilidade e avaliação do interesse de receber apoio para estruturação de um projeto-piloto para implantação de ônibus elétricos. Foram realizados também contatos diretamente com as secretarias de transporte ou instituição equivalente de cada cidade, por meio do agendamento de reuniões virtuais.

A partir da definição das duas cidades, iniciou-se as etapas de avaliação institucional e dos contratos vigentes, elaboração de diagnóstico, capacitações e discussões técnicas, descritas nos itens a seguir.

## 1.2 AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL

A avaliação institucional teve como principais objetivos: a identificação de oportunidades para as capacitações a serem realizadas com as equipes, ou seja, os gaps de conhecimento e institucionais existentes; o

conhecimento da percepção e dos desafios para a Eletromobilidade nos municípios, tanto para a implantação de um projeto-piloto quanto para uma futura transição completa da frota do transporte público por ônibus; e avaliar a situação atual do transporte público nestes municípios.

A avaliação institucional dos municípios de Belo Horizonte (MG) e Fortaleza (CE) foi realizada por meio do levantamento de informações sobre as suas características gerais e de mobilidade urbana, a identificação do histórico de avanços em relação ao tema da Eletromobilidade e a identificação da abordagem dos municípios em relação às questões de inclusão social, diversidade e meio ambiente.

De forma a complementar o levantamento de informações e para trazer uma perspectiva local, também foi realizada uma série de entrevistas estruturadas e discussões técnicas com as equipes dos municípios, que permitiram a coleta de informações e percepções sobre diversos aspectos relacionados à implementação de um projeto-piloto de ônibus elétricos em cada cidade.

Portanto, a avaliação institucional ocorreu em 3 etapas que são apresentadas na Tabela 3 abaixo, e também ocorreram em conjunto com a avaliação dos contratos vigentes, discutida no item seguinte.

**Tabela 3 – Etapas da avaliação institucional**

<b>Etapa</b>	<b>Duração</b>	<b>Descrição</b>
<b>Levantamento de informações</b>	Iniciou-se durante a escolha e seleção das cidades e estendeu-se durante toda a elaboração do projeto-piloto. Contou com a realização de uma reunião de início com as equipes de cada cidade para alinhamento e solicitação de informações.	Inicialmente, as informações públicas foram levantadas pelos consultores do Consórcio. Em seguida, após a reunião de início com as cidades, o contato direto entre representantes do Consórcio e equipes da cidade foi estabelecido por meios virtuais para o levantamento de informações adicionais e o esclarecimento de informações já obtidas.
<b>Entrevistas semiestruturadas</b>	Realizadas em Fortaleza entre os dias 25 e 28 de janeiro, e em Belo Horizonte entre os dias 31 de janeiro e 04 de fevereiro de 2022.	As entrevistas tiveram duração de 90 e 120 minutos, com a participação de um representante da cidade, dois representantes do Consórcio e um representante do IABS em cada uma delas. Foram realizadas 4 entrevistas com diferentes atores de cada município.
<b>Discussões técnicas</b>	Realizadas em Fortaleza, nos dias 09 e 21 de março, e em Belo Horizonte nos dias 08 e 14 de março de 2022.	As reuniões técnicas tiveram duração em torno de 120 minutos, com a participação de toda a equipe técnica do Consórcio, as equipes das cidades envolvidas no projeto e representantes dos demais atores envolvidos no Projeto de Transição para a Eletromobilidade.

Fonte: Elaboração própria.

Como resultado da avaliação realizada, foram identificadas as oportunidades a serem exploradas durante a elaboração dos projetos-piloto e as premissas e pontos de partida a serem considerados em cada um dos municípios. As oportunidades identificadas foram consideradas como base para a proposição de um conjunto de capacitações que foi realizado com as equipes das cidades, discutidas em item específico deste capítulo.

O levantamento de informações sobre os municípios foi iniciado durante o processo de seleção das cidades a receberem os projetos-piloto, subsidiando esta escolha. Para cada município foram levantadas informações, posteriormente divididas em três grandes grupos, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4 – Grupos de informações levantadas**

Características gerais e de mobilidade urbana	Questões de inclusão social e diversidade	Questões de meio ambiente e tecnologia
<p>Informações levantadas, inicialmente, a partir das Pesquisas Nacionais de Mobilidade Urbana de 2019 e 2020 e complementadas por informações disponibilizadas pelas cidades escolhidas, como planos, relatórios operacionais e outros documentos relevantes.</p>	<p>Inicialmente, foram levantadas informações relativas à organização institucional das cidades, com a identificação de órgãos específicos para o tema, e os planos de governos municipais, para a identificação das propostas e abordagens para as questões de inclusão social e diversidade. Além disso, verificou-se a existência de programas ou políticas públicas relacionadas ao tema e a participação de mulheres em postos de comando nas Secretarias Municipais.</p>	<p>Foi realizado um levantamento para verificar se existem avanços relacionados com legislação ambiental específica para redução de gases e mobilidade urbana sustentável, ou específicas para Eletromobilidade.</p> <p>Identificou-se leis ou estudos mencionando o tema de sustentabilidade em alguns dos municípios. Também foram consideradas as informações relacionadas declaradas nas Pesquisas Nacionais de Mobilidade Urbana de 2019 e 2020.</p>

Dentre os 3 grupos, destaca-se as “Questões de inclusão social e diversidade”, uma vez que a Constituição Federal de 1988 declara em seu artigo 1º que um dos princípios fundamentais da nação é a dignidade da pessoa humana. No artigo 3º, a CF/88 determina que a construção de uma sociedade justa, livre e solidária, bem como a promoção do bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação são alguns dos objetivos a serem alcançados pela sociedade brasileira. Assim, uma das medidas para que se atinja os objetivos destacados é a construção de políticas públicas de inclusão social. Deste modo, é importante que haja a institucionalização e a promoção de políticas públicas que atendam às demandas e protejam as populações mais vulneráveis.

Foi realizada pesquisa complementar em cada cidade selecionada em busca de informações e dados que identificassem o real compromisso da Administração Municipal com os temas. Em especial, foi analisado o

nível de institucionalização das políticas públicas e planos de governo, verificou-se os programas desenvolvidos, prêmios e reconhecimentos recebidos, número de mulheres nomeadas Secretárias Municipais, os conselhos de políticas sociais em funcionamento, bem como a existência de Observatórios de Inclusão Social, de Combate à Violência contra Mulheres, Crianças, LGBTQIA+ e projetos especiais.

Com base nestes pontos investigou-se se a Prefeitura conta com uma Secretaria Municipal que planeje e conduza políticas de inclusão social para negros, idosos, PCD e crianças e adolescentes, além de conselhos municipais para, ao menos, um destes públicos. No quesito políticas de gênero e LGBTQIA+, investigou-se se as Prefeituras contam com órgãos institucionalizados de políticas públicas para estes grupos. Ademais, foi contabilizada a porcentagem de mulheres à frente de secretarias, para fins de avaliar a paridade de gênero na tomada de decisão.

Abaixo destaca-se as informações levantadas para as cidades escolhidas em relação às questões de inclusão social e às questões de gênero e LGBTQIA+, visto que o tema recebeu especial atenção durante a realização das avaliações.

**Tabela 5 – Informações levantadas sobre questões de inclusão social e gênero**

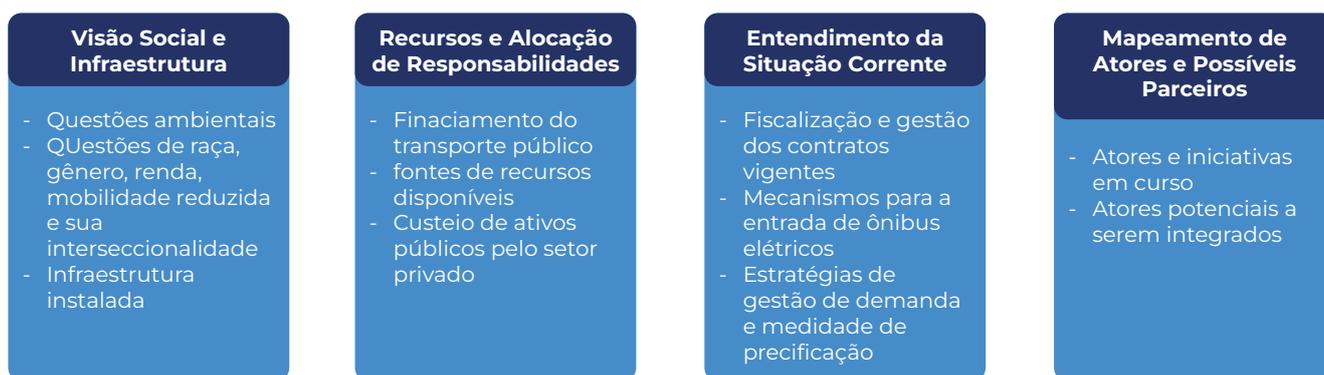
Questões de Inclusão Social	Questões de Gênero e LGBTQIA+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise dos planos de governo dos candidatos vencedores das eleições municipais de 2020 quanto ao tema “inclusão social” lato sensu.</li> <li>• Análise dos eventuais programas detalhados nos planos de governo acerca do tema acima exposto.</li> <li>• Análise da organização institucional das Prefeituras com relação à inclusão social: existência de secretaria municipal voltada para políticas públicas que assegurem programas e projetos voltados à população mais vulnerável.</li> <li>• Análise de quais populações mais vulneráveis eram pontualmente citadas ou teriam secretarias/órgãos especiais/conselhos municipais no organograma das Prefeituras.</li> <li>• Análise de programas e projetos desenvolvidos especialmente para a inclusão social e diminuição das desigualdades sociais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise dos planos de governo dos candidatos vencedores das eleições municipais de 2020 quanto ao tema “políticas de gênero e comunidade LGBTQIA+”.</li> <li>• Análise dos eventuais programas detalhados nos planos de governo acerca dos temas acima expostos.</li> <li>• Análise da organização institucional das Prefeituras com relação a gênero e comunidade LGBTQIA+ para identificar a existência de secretaria municipal voltada para políticas públicas que assegurem programas e projetos voltados para este público-alvo.</li> <li>• Análise da existência de políticas públicas específicas para mulheres e LGBTQIA+ bem como verificação de órgãos especiais/conselhos municipais no organograma das Prefeituras.</li> <li>• Análise da existência de políticas públicas para combate ao assédio sexual no transporte público, incluindo disponibilização de aplicativos de denúncia.</li> <li>• Análise da existência de Observatórios Municipais para questões relacionadas com gênero e LGBTQIA+.</li> <li>• Análise do nível de paridade entre homens e mulheres em postos de comando (Secretarias) na estrutura da Prefeitura.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria.

Para a avaliação do histórico de avanços das cidades com a temática Eletromobilidade, inicialmente foram levantadas informações sobre experiências prévias de cada cidade com ônibus elétricos, que foram discutidas e investigadas em maiores detalhes com a realização das entrevistas semiestruturadas. O tema também foi abordado durante as discussões técnicas realizadas com as cidades, já na fase de elaboração dos projetos-piloto.

Para cumprir os objetivos listados buscou-se identificar e avaliar a perspectiva de diferentes atores (técnicos e gestores), de diferentes órgãos do poder público quanto às estratégias internas de políticas e projetos atrelados ao tema de Eletromobilidade no transporte público. A avaliação foi trabalhada por meio da técnica qualitativa de entrevistas semiestruturadas, que foram orientadas pelos eixos apresentados na Figura 3.

**Figura 3 – Eixos das entrevistas semiestruturadas**



Cada entrevista teve duração de cerca de uma hora e meia e foram realizadas por videoconferência entre os dias 25 de janeiro e 04 de fevereiro de 2022, guiadas por um roteiro preestabelecido que auxiliou no transcorrer da conversa. Para a definição dos entrevistados buscou-se identificar, entre a equipe envolvida nas discussões sobre a elaboração do Projeto-Piloto de Financiamento, representantes com diferentes perfis. Para cada uma das cidades foram convidados representantes com perfil técnico, estratégico e/ou jurídico, de forma a entrevistar pelo menos um representante de cada perfil.

Em seguida foram realizadas duas discussões técnicas com as equipes de cada uma das cidades com o propósito de discutir não somente as possibilidades de implementação dos projetos-piloto, como também identificar as premissas e pontos de partida a serem considerados para o desenho destes projetos. As discussões técnicas tiveram duração de cerca de duas horas e foram realizadas por videoconferência entre os dias 08 e 21 de março de 2022, com a participação de toda a equipe técnica do Consórcio, da equipe técnica responsável pelo projeto em cada cidade e de representantes dos demais atores envolvidos no Projeto de Transição para a Eletromobilidade nas cidades brasileiras.

## 1.3 AVALIAÇÃO DOS CONTRATOS VIGENTES

Adicionalmente à avaliação institucional foi realizada uma avaliação jurídica dos contratos de operação dos serviços de transporte público vigentes nas cidades de Belo Horizonte e Fortaleza. Esta avaliação teve como objetivo proporcionar o entendimento do arcabouço jurídico existente em cada uma das cidades, que poderia influenciar diretamente a implementação dos projetos-piloto de financiamento.

No caso de **Belo Horizonte**, o Poder Executivo é autorizado a delegar, por meio de contrato de concessão, o serviço de transporte coletivo de passageiro e à BHTRANS foi atribuída a atividade de regulação e fiscalização dos serviços concedidos. Para concessão do serviço público de transporte coletivo municipal por ônibus, o sistema foi dividido em quatro bacias operacionais operadas por concessionárias distintas, conhecidas como Redes de Transporte e Serviços (RTS) e em 2008 foram celebrados os quatro contratos de concessão vigentes atualmente.

Destaca-se que os contratos de concessão do transporte público coletivo de Belo Horizonte são alvos de questionamento pelo Ministério Público de Minas Gerais. A ação foi protocolada em setembro de 2021 sob n.º 5140496-50.2021.8.13.0024. Em abril de 2022 ocorreu o último andamento do processo, que aguarda despacho do Juiz para seguir com as intimações. Atualmente, em agosto de 2022, se encontra em trâmite e sem sentença terminativa.

Em **Fortaleza**, a concessão para a exploração e prestação do serviço de transporte coletivo urbano de passageiros no Município foi dividida em cinco áreas de operação. Para a operação de cada área foi celebrado um contrato de concessão em 2012, com prazo de vigência de 15 anos, contados da data da sua assinatura, e com possibilidade de uma prorrogação por igual período, mediante ato fundamentado do Chefe do Executivo Municipal.

Em razão da pandemia houve uma drástica redução de receitas que dificultou o cumprimento de compromissos contratuais. Em 2021, Fortaleza enfrentou uma grande greve dos trabalhadores do sistema, na qual reivindicaram em suma: aumento salarial sob o fundamento de que estão há dois anos sem reajuste, mudança do plano de saúde e exigência de vacinação para os trabalhadores. Diante do cenário, o sindicato patronal informou a impossibilidade de conceder o acerto entre patrões e trabalhadores com aumento real de salário, haja vista a redução de circulação das pessoas, diante da conjuntura de distanciamento social e da redução de receita que as medidas sanitárias utilizadas para conter o avanço da pandemia na cidade causaram.

As oportunidades e barreiras identificadas foram tratadas transversalmente ao longo do desenvolvimento dos projetos-piloto e foram essenciais para a discussão das possibilidades de modelos de negócios para as cidades escolhidas.

## 1.4 ELABORAÇÃO DE DIAGNÓSTICO, BENCHMARKING E CADERNO TÉCNICO DE REFERÊNCIA

Paralelamente ao desenvolvimento das atividades referentes ao desenvolvimento dos projetos-piloto nas duas cidades escolhidas, foram elaborados dois outros documentos sobre a mesma temática: o **Diagnóstico e benchmarking em ônibus elétricos no atual contexto brasileiro; e o Caderno Técnico de Referência (CTR) para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras**. A elaboração destes estudos, apesar de não compor diretamente as atividades de desenvolvimento dos projetos-piloto, foi essencial para o entendimento do cenário brasileiro de Eletromobilidade, levantamento de informações de experiências de sucesso e melhor entendimento de pontos centrais que foram levados, posteriormente, para discussão com as cidades no âmbito das reuniões técnicas e das capacitações realizadas.

Para a elaboração do Diagnóstico e *Benchmarking*, fontes primárias e secundárias foram consultadas. Também realizou-se **entrevistas semiestruturadas com atores-chave**, tais como representantes de governos, fabricantes, operadores, e/ou associações nacionais e/ou multissetoriais, empresas provedoras de tecnologias e serviços de Eletromobilidade. Esta estratégia foi adotada para conferir maior acurácia aos dados coletados sobre a experiência brasileira e para o levantamento de informações relevantes para a discussão com as duas cidades escolhidas.

A relação dos atores entrevistados inclui além de representantes de várias cidades, diversos atores e representantes de instituições que estão atualmente envolvidas com a questão da transição para a Eletromobilidade no Brasil. Entre elas, cita-se a empresa fornecedora de energia ENEL-X, as montadoras / fabricantes de veículos Marcopolo Next e BYD, o WRI Brasil, o C40 (ZEBRA), e a PNME (Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica). A lista completa dos atores entrevistados e maiores detalhes estão apresentados nos anexos do documento produzido.

Em seguida, o Caderno Técnico de Referência (CTR) para Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras (Volume I) foi desenvolvido para oferecer subsídios para apoiar os municípios brasileiros na fase de transição para a Eletromobilidade. Entende-se que, apesar dos inúmeros benefícios

sociais, econômicos e ambientais já rastreados e comprovados, o ônibus elétrico a bateria ainda é uma tecnologia cuja adoção enfrenta vários desafios. A identificação e discussão das barreiras e oportunidades intrínsecas a este processo foram essenciais para o desenho dos projetos-piloto de financiamento.

## 1.5 CAPACITAÇÕES

O caminho para a transição para Eletromobilidade em sistemas de transporte público é complexo e multidisciplinar. Contempla integração em diversos níveis, capacidade de inovação, intercâmbio contínuo de práticas entre cidades, continuidade política, base regulatória sólida e gestão financeira transparente. Neste sentido, foi proposto um conjunto de três capacitações para as cidades de Belo Horizonte e Fortaleza. Todas as capacitações foram realizadas com suporte da plataforma Zoom, o que garantiu a máxima presença de gestores no ambiente de discussão e interação.

As capacitações realizadas foram desenhadas a partir das informações levantadas e das avaliações realizadas nas etapas descritas anteriormente. Buscou-se, assim, identificar as oportunidades para a realização das capacitações, ou seja, as lacunas de conhecimento que demonstrassem oportunidades para serem trabalhadas e discutidas nos treinamentos. Deste modo, os treinamentos puderam contribuir de forma substancial com o aprimoramento do conhecimento das equipes técnicas das cidades e ainda promoveram a elaboração e discussão dos projetos-piloto em desenvolvimento para as cidades escolhidas.

A Tabela 6 apresenta um sumário das oportunidades identificadas e que foram consideradas para o desenho das capacitações, para cada uma das cidades escolhidas.

**Tabela 6 – Sumário das oportunidades identificadas para as capacitações**

Belo Horizonte (MG)	Fortaleza (CE)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conhecimento sobre aplicações reais e de sucesso da eletromobilidade é baixo: necessidade de conhecer mais estudos de caso.</li> <li>• Modelos de negócios: explorar em detalhe as possibilidades, assim como suas barreiras e oportunidades e participação de novos atores.</li> <li>• Cidade considera São José dos Campos como referência: importante trazer o exemplo para melhor entendimento das vantagens e desvantagens do modelo de negócios.</li> <li>• Relação entre eletromobilidade e impactos sociais: potencial para aprofundamento sobre questões de gênero, raça, renda e pessoas com mobilidade reduzida.</li> <li>• Financiamento do sistema: o modelo atual baseado exclusivamente na tarifa não se sustenta e inviabiliza a entrada de ônibus elétricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconhecimento sobre o histórico da eletromobilidade no contexto local (iniciativas já realizadas): importante alinhar a equipe sobre o que já foi feito e discutido.</li> <li>• Ausência de conhecimento básico sobre eletromobilidade: dúvidas sobre as possíveis economias e custos associados à implementação e operação dos ônibus elétricos.</li> <li>• Comparação com outras tecnologias menos poluentes: o alto custo da eletromobilidade vale a pena? (Resultados e indicadores).</li> <li>• Receitas extra-tarifárias e acessórias: quais são as alternativas de financiamento do sistema?</li> <li>• Financiamento do sistema: o modelo atual baseado exclusivamente na tarifa não se sustenta e inviabiliza a entrada de ônibus elétricos.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos pontos destacados na tabela acima e ainda considerando que não foram identificadas diferenças significativas entre as cidades que justificasse a elaboração de programas de capacitação diferentes para cada uma delas, os temas das capacitações foram definidos e os eventos foram realizados conforme descrito na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Capacitações realizadas

Capacitação	Objetivos	Conteúdo	Realização
<p><b>Eletromobilidade do transporte público: da teoria à realidade</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover um alinhamento de conceitos a respeito da Eletromobilidade no transporte público, os obstáculos e oportunidades encontradas no mundo, assim como as perspectivas para as cidades brasileiras.</li> <li>Apresentar e promover a reflexão dos participantes sobre soluções que podem ser adotadas por cidades brasileiras para mitigar os impactos e adaptar o transporte de modo a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), contribuir para a melhoria da saúde e da qualidade ambiental e aumentar a resiliência de comunidades mais vulneráveis nas áreas urbanas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alinhamento sobre informações do projeto-piloto da cidade.</li> <li>Introdução ao conceito de Eletromobilidade perante o contexto dos desafios climáticos e do impacto na saúde da população.</li> <li>Os benefícios dos ônibus elétricos: ambientais, sociais e econômicos.</li> <li>Como operam os ônibus elétricos (aspectos operacionais: tecnologias veiculares, infraestruturas necessárias, baterias e reciclagem).</li> <li>Ônibus elétricos no contexto mundial, na América Latina e no Brasil.</li> <li>Os desafios para a transição em escala dos ônibus elétricos no Brasil: questões tecnológicas, institucionais e financeiras, tributárias e oportunidades.</li> <li>Exposição de Estudo de Caso (Cidade de Monterrey, México).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os treinamentos virtuais foram realizados com as cidades de Belo Horizonte e Fortaleza nos dias 21 e 23 de fevereiro, respectivamente, no período das 14 às 17:30 horas.</li> </ul>

Capacitação	Objetivos	Conteúdo	Realização
<p><b>Modelos de negócios para eletrificação: conceitos, instrumentos e aplicação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instruir os técnicos dos municípios com conteúdo relevante para a discussão e escolha de Modelos de Negócios que viabilizem a transição para a Eletromobilidade no transporte público por ônibus das suas cidades.</li> <li>Apresentar os principais componentes, conceitos e instrumentos financeiros e contratuais associados à formulação e debate de um Modelo de Negócios para ônibus elétricos.</li> <li>Contribuir para uma melhor coordenação entre os aspectos técnicos, financeiros e jurídicos da modelagem de um negócio;</li> <li>Promover a reflexão sobre casos conceituais de Modelos de Negócios em projetos de Eletromobilidade e suas aplicações práticas já observadas em outras cidades.</li> <li>Fomentar o debate e aplicação prática do conhecimento por meio de uma atividade participativa de formulação de um Modelo de Negócios que seja adequado à realidade de cada uma das cidades-alvo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O que é um Modelo de Negócio, quais são seus principais componentes.</li> <li>Premissas, objetivos centrais e objetivos indiretos utilizados na formulação de Modelos de Negócios.</li> <li>Coordenação dos aspectos técnicos, financeiros e jurídicos da modelagem de um negócio.</li> <li>Casos conceituais de Modelos de Negócio em projetos de Eletromobilidade.</li> <li>Instrumentos de natureza Financeira.</li> <li>Instrumentos de natureza Contratual.</li> <li>Separação em 2 grupos para o debate da formulação de um Modelo de Negócios com as seguintes questões para discussão: <ul style="list-style-type: none"> <li>Proponha Metas de Curto, Médio e Longo prazos do Município para a transição para a Eletromobilidade.</li> <li>Quais são os pontos fortes e fracos dos 4 Modelos de Negócios conceituados anteriormente, entendidos como Modelos aplicáveis à implantação do Projeto-Piloto?</li> <li>Quais são os principais desafios e oportunidades encontrados em cada um destes Modelos de Negócios?</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os treinamentos virtuais foram realizados com as cidades de Fortaleza e Belo Horizonte nos dias 23 e 24 de março, respectivamente, no período das 14 às 17:30 horas.</li> </ul>

Capacitação	Objetivos	Conteúdo	Realização
<p><b>Financiamento da mobilidade urbana e aplicações à eletromobilidade</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundar as questões relacionadas ao financiamento da mobilidade urbana em geral e dos projetos de Eletromobilidade em particular.</li> <li>• Capacitar técnicos dos municípios com conteúdo relevante para avaliar medidas de cunho institucional e técnicos que visem obter receitas para a cobertura do custeio da Mobilidade Urbana.</li> <li>• Apresentar as principais alternativas de fontes de recursos, como a arrecadação da tarifa de acordo com uma determinada política tarifária, os subsídios públicos, as receitas acessórias, as receitas provenientes de taxas e contribuições específicas e outras soluções avaliadas.</li> <li>• Apresentar as principais fontes de financiamento para aquisição de veículos, equipamentos e sistemas, com particular ênfase às soluções de Eletromobilidade.</li> <li>• Levar aos gestores, que sejam dedicados ao levantamento de recursos, soluções que possam ser aplicadas à Eletromobilidade.</li> <li>• Promover a reflexão sobre aplicações aos Municípios de Fortaleza e Belo Horizonte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fontes tradicionais de financiamento da mobilidade urbana, arrecadação tarifária e subvenção pública.</li> <li>• Fontes alternativas de financiamento: receitas acessórias, taxas e contribuições e vinculação fiscal.</li> <li>• Fechamento com momento de perguntas e respostas.</li> <li>• Fontes tradicionais de financiamento privado.</li> <li>• Fontes tradicionais de financiamento público.</li> <li>• Novas fontes de financiamento para Eletromobilidade.</li> <li>• Separação em 2 grupos para o debate da formulação de um Modelo de Negócios com as seguintes questões para discussão: <ul style="list-style-type: none"> <li>• No cenário corrente é esperado que o plano de transição de curto e longo prazos para a Eletromobilidade debatido na Capacitação 2 resulte em um incremento nos custos globais de operação do sistema.</li> <li>• Quais são as possíveis fontes de financiamento do diferencial de custeio do sistema? Quais são seus principais pontos favoráveis e desfavoráveis?</li> <li>• Qual seria o plano de ação de curto, médio e longo prazos para viabilizar as fontes de financiamento?</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os treinamentos virtuais foram realizados com as cidades de Fortaleza e Belo Horizonte nos dias 06 e 07 de abril, respectivamente, no período das 14 às 17:30 horas.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria.

Para facilitar a participação pelo ambiente virtual e o registro das trocas entre participantes e moderadores, utilizou-se as plataformas virtuais *Mentimeter* e *MIRO* foram. Esta última, em especial, foi utilizada para facilitar o debate durante a divisão em grupos de discussão, permitindo o registro das trocas entre participantes e moderadores e a visualização gráfica dos resultados das discussões.

Durante a capacitação foram gerados momentos de interação por meio das ferramentas utilizadas, ou por meio da utilização do microfone, ou *chat*, pelos participantes para a exposição de dúvidas e posicionamentos referentes aos temas discutidos.

Entende-se que as capacitações foram indispensáveis para o desenvolvimento dos Projeto-Piloto, uma vez que permitiram uma interação direta entre as equipes das cidades responsáveis pelo Projeto, outras equipes da cidade responsáveis sobre temáticas correlatas e a equipe de consultores responsáveis pela condução das atividades. As informações fornecidas no início de cada capacitação contribuíram para o enriquecimento técnico das discussões ocorridas nos momentos de participação, tornando os atores locais agentes ativos na proposição e avaliação de soluções para a transição das suas cidades para a Eletromobilidade.

## 1.6 DISCUSSÕES TÉCNICAS

Por fim, o último componente do processo de desenvolvimento dos Projetos-Piloto tratou da realização de diversas discussões técnicas entre a equipe de consultores e as equipes responsáveis em cada uma das cidades.

As reuniões técnicas ocorreram em dois momentos. Inicialmente foram realizadas reuniões para a delimitação da abordagem, condições de contorno do Projeto-Piloto a ser desenhado, definição das premissas iniciais, levantamento de informações e entendimento das expectativas e desejos de cada cidade. O primeiro grupo de reuniões técnicas ocorreu em paralelo à avaliação institucional e à avaliação dos contratos vigentes e definiu não somente o caminho a ser seguido com cada uma das cidades, como também contribuiu para o entendimento do contexto local, complementando a própria avaliação institucional.

As primeiras reuniões técnicas foram seguidas pelas três capacitações realizadas com cada cidade, que também apresentaram alto caráter técnico e permitiram a realização de discussões diretamente relacionadas à elaboração dos Projetos-Piloto, conforme indicado no item anterior.

Após o término das capacitações foram realizadas outras reuniões técnicas com as equipes dos municípios, que tiveram como objetivo principal a proposição e discussão de análises e propostas mais consolidadas para cada um dos Projetos-Piloto. As reuniões foram divididas em três partes, de forma a se abordar tanto os aspectos operacionais do desenvolvimento

dos Projetos quanto os modelos de negócios possíveis, possibilidades de financiamento identificadas e questões jurídicas associadas.

Ao final das discussões técnicas, as equipes das cidades puderam discutir internamente as possibilidades apresentadas e definir o modelo de negócios que melhor se adequassem ao contexto de cada uma delas. A Tabela 8 sumariza a agenda de reuniões e discussões técnicas realizadas com cada uma das cidades escolhidas.

**Tabela 8 – Discussões técnicas no âmbito da elaboração dos Projetos-Piloto**

Reunião	Objetivo	Conteúdo
<b>Reunião de início</b> 01/12/2021 (BH) e 07/12/2021 (Fortaleza)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alinhamento inicial com os representantes da cidade</li> <li>Identificação de equipe ponto de contato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação do Projeto de Transição para a Eletromobilidade, seus objetivos e componentes</li> </ul>
<b>Discussão inicial e início do delineamento do Projeto-Piloto</b> 09/12/2021 (BH) e 15/12/2021 (Fortaleza)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entendimento do contexto e expectativas locais</li> <li>Alinhamento sobre a escala e cobertura do Projeto- Piloto</li> <li>Solicitação de informações</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discussão inicial sobre o Projeto-Piloto</li> <li>Apresentação do avanço de cada cidade com a Eletromobilidade e projetos anteriores</li> </ul>
<b>Capacitação I</b> 21/02/2022 (BH) e 23/02/2022 (Fortaleza)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivelamento de conceitos a respeito da Eletromobilidade no transporte público</li> </ul>	“Eletromobilidade do transporte público: da teoria à realidade”
<b>1ª Discussão Técnica</b> 08/03/2022 (BH) e 09/03/2022 (Fortaleza)	Discutir os aspectos essenciais para o desenho do Projeto-Piloto: <ul style="list-style-type: none"> <li>estudo da operação</li> <li>discussão de possibilidades de modelos de negócios para substituição dos veículos</li> <li>aspectos jurídicos relacionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alocação dos veículos elétricos</li> <li>Demanda das linhas consideradas</li> <li>Escala do Projeto-Piloto de Financiamento</li> <li>Construção dos cenários por convergência</li> <li>Cenários e premissas</li> <li>Seleção de veículos e aplicação das condições de contorno</li> <li>Modelos de substituição: premissas, estruturação e resultados</li> <li>Posicionamento dos estudos financeiros e fontes de dados</li> <li>Contratos vigentes: barreiras e oportunidades</li> </ul>

Reunião	Objetivo	Conteúdo
<p><b>2ª Discussão Técnica</b> 14/03/2022 (BH) 21/03/2022 (Fortaleza)</p>	<p>Retomar a discussão e validar os aspectos essenciais para o desenho do Projeto-Piloto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>estudo da operação</li> <li>discussão de possibilidades de modelos de negócios para substituição dos veículos</li> <li>aspectos jurídicos relacionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seleção de linhas: parâmetros de seleção</li> <li>Aspectos de impacto social</li> <li>Alternativas de modelos de negócios: operação pública; concessão global; responsabilidade compartilhada pública e privada; e implantação e operação privada em dois contratos</li> <li>Modelo de negócios: análise e resultados</li> </ul>
<p><b>Capacitação 2</b> 23/03/2022 (BH) 24/03/2022 (Fortaleza)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentar os principais componentes, conceitos e instrumentos financeiros e contratuais associados à formulação e debate de um Modelo de Negócios para ônibus elétricos.</li> <li>Fomentar o debate e aplicação prática do conhecimento por meio de uma atividade participativa de formulação de um Modelo de Negócios, que seja adequado à realidade de cada uma das cidades-alvo.</li> </ul>	<p>“Modelos de negócios para eletrificação: conceitos, instrumentos e aplicação”</p>
<p><b>Capacitação 3</b> 06/04/2022 (BH) e 07/04/2022 (Fortaleza)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprofundar as questões relacionadas ao financiamento da mobilidade urbana em geral e dos projetos de Eletromobilidade em particular.</li> <li>Apresentar as principais fontes de financiamento para aquisição de veículos, equipamentos e sistemas, com particular ênfase às soluções de eletromobilidade.</li> <li>Promover a reflexão sobre aplicações ao Município.</li> </ul>	<p>“Financiamento da mobilidade urbana e aplicações à eletromobilidade”</p>

Reunião	Objetivo	Conteúdo
<p><b>Discussão da Estrutura do Projeto-Piloto</b></p> <p>25/05/2022 (BH) e 23/05/2022 (Fortaleza)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação e discussão do desenho do Projeto-Piloto com a cidade para fomentar as discussões internas e a escolha do modelo de negócios a ser adotado.</li> <li>• Confirmar as avaliações realizadas, os resultados obtidos e as possibilidades consideradas para a cidade.</li> </ul>	<p>Parte 1: Delimitação dos aspectos operacionais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Premissas e cenários</li> <li>• Autonomia dos veículos</li> <li>• Estudo de caso da operação dos veículos</li> <li>• Comparação de cenários</li> <li>• Potencial de otimização</li> </ul> <p>Parte 2: Modelos de negócios propostos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos avaliados: operação pública; concessão global; responsabilidade compartilhada pública e privada; implantação e operação privada em dois contratos</li> <li>• Fontes alternativas</li> <li>• Bases para o projeto de financiamento</li> <li>• Modelo de negócios proposto</li> <li>• Alternativas de linhas de financiamento</li> <li>• Planejamento de atividade</li> </ul> <p>Parte 3: Aspectos Jurídicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquisição pelo poder público</li> <li>• Concessionária assume integralmente a aquisição</li> </ul>

Reunião	Objetivo	Conteúdo
<p><b>Discussão com a PBH Ativos sobre financiamento do Projeto-Piloto</b></p> <p>22/06/2022 (Somente BH)</p>	<p>Apresentação do Projeto-Piloto para a PBH Ativos, ator identificado como possível responsável pela aquisição da frota em Belo Horizonte.</p>	<p>Parte 1: Delimitação dos aspectos operacionais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Premissas iniciais</li> <li>• Estudo e cenários</li> <li>• Comparação do estudo de caso vs. potencial</li> </ul> <p>Parte 2: Modelos de negócios propostos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos avaliados: operação pública; concessão global; responsabilidade compartilhada pública e privada; implantação e operação privada em dois contratos</li> <li>• Fontes alternativas</li> <li>• Bases para o projeto de financiamento</li> <li>• Modelo de negócios proposto</li> <li>• Alternativas de linhas de financiamento</li> <li>• Planejamento de atividade</li> </ul> <p>Parte 3: Aspectos Jurídicos da aquisição pelo poder público</p>

Fonte: Elaboração própria.

No próximo capítulo, o conteúdo e as discussões realizadas nestas reuniões técnicas serão apresentadas com maiores detalhes, para cada uma das cidades escolhidas para a elaboração do projeto-piloto, assim como os materiais produzidos e compartilhados.

Além das discussões técnicas realizadas com as equipes das cidades, ocorreram outras reuniões de discussão entre a equipe de consultores e a Coordenação do projeto que permitiram o debate das soluções que seriam propostas às cidades escolhidas.

# 2.

---

## **PROGRESSO E RESULTADOS COM AS CIDADES**

Este capítulo descreve o progresso das avaliações e discussões realizadas com as cidades de Belo Horizonte e Fortaleza e os resultados obtidos no âmbito da construção e desenvolvimento dos Projetos-Piloto de Financiamento. As discussões envolveram vários atores, entre eles os representantes escolhidos por cada uma das cidades, a equipe de consultores responsável pela condução das atividades, a equipe do IABS e a coordenação do Projeto de Transição para a Eletromobilidade nas Cidades Brasileiras, formada pelo Ministério do Desenvolvimento Regional e pelo Banco Mundial.

Inicialmente descreve-se as especificidades de cada uma das cidades escolhidas, como o contexto no qual se inserem os Projetos-Piloto, a definição das premissas iniciais para o desenho dos projetos e os estudos operacionais realizados a partir dos dados levantados localmente.

Os itens seguintes abordam, de maneira integrada, os modelos de negócios considerados nas discussões, a abordagem para a modelagem econômico-financeira, o conteúdo das discussões técnicas realizadas e a escolha de um modelo de negócios para cada uma das cidades. Por fim, o último item ainda apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação das pesquisas para aferição do nível de conhecimento sobre Eletromobilidade, ao início e fim do projeto, com os atores do Governo Federal, de Belo Horizonte e de Fortaleza.

Maiores detalhes são também apresentados nos outros quatro documentos desenvolvidos ao longo da elaboração dos Projetos-Piloto, conforme indicado no item introdutório.

## 2.1 ESPECIFICIDADES DE BELO HORIZONTE

### 2.1.1 Contexto

A cidade de Belo Horizonte realizou em 2021 um importante teste com veículos elétricos em algumas linhas de transporte público. Os testes trouxeram grandes aprendizados para as equipes envolvidas e foram considerados como ponto de partida para o desenvolvimento do projeto-piloto de financiamento.

A BHTRANS relatou que o período de testes do veículo elétrico ocorreu de forma satisfatória e sem grandes intercorrências. O período estimado de operação foi inferior ao planejado. Porém, no período em que o veículo trafegou, foi possível observar o seu funcionamento em diversas condições operacionais, inclusive com declividades acentuadas e condições climáticas variadas, como períodos de chuva e variações de até 20°C nas temperaturas máxima e mínima.

O projeto relatado foi dividido em duas fases, a primeira sendo realizada em 2021 por meio da utilização de um ônibus cedido pela BYD, na forma de contrato de comodato, para testes operacionais. Na segunda fase, os testes seriam ampliados com a previsão de utilização de 25 ônibus de diferentes portes. Ambas as fases visavam cumprir uma das metas fundamentais do plano de mobilidade (PlanMob) da cidade de Belo Horizonte: reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

A segunda fase, no entanto, não avançou e pode-se considerar que será substituída pelo projeto-piloto desenvolvido no âmbito deste estudo, uma vez que também foram considerados 25 ônibus elétricos de diferentes portes, convencionais e articulados.

### 2.1.2 Definição das premissas iniciais

Como premissas iniciais para o desenvolvimento do Projeto-Piloto foram definidas a quantidade de tipos de veículos elétricos a serem incluídos na operação do Município, o tipo de tecnologia e recorte do sistema que poderia receber estes veículos.

Em relação à frota do projeto, optou-se por **25 veículos elétricos** de diferentes tipos, sendo **20 veículos convencionais e 5 veículos articulados**. Indicou-se que esta frota deveria operar no sistema MOVE, de forma a se aproveitar os corredores de ônibus de infraestrutura segregada, para se maximizar os ganhos operacionais e se minimizar as possíveis perdas ou possíveis problemas.

Esta decisão está em linha com a experiência de teste de um veículo elétrico que ocorreu no final do ano de 2021, quando o veículo teve

problemas para vencer a inclinação do trajeto de uma das linhas escolhidas, forçando o veículo a buscar uma nova rota e ainda gerando transtornos aos passageiros embarcados.

Partindo disto, recomendou-se que os veículos elétricos pudessem ser considerados inicialmente, ou seja, no âmbito do projeto-piloto de financiamento, para **operação somente nas linhas troncais do sistema MOVE**. Os corredores do BRT MOVE apresentam-se como um ambiente mais favorável, visto que seus trajetos não apresentam declividades muito acentuadas, como as declividades observadas em algumas vias fora dos corredores. Além disto, considerou-se que as linhas troncais são aquelas que apresentam os maiores níveis de demanda, o que faz com que os novos veículos elétricos possam ser experimentados por uma maior quantidade de usuários.

Em relação à infraestrutura de recarga, o município tinha optado (no teste anterior realizado em 2021) pelo **plug-in tradicional** e recarga noturna nas garagens. No atual projeto-piloto foram avaliados dois cenários também com *plug-in* tradicional: i) recarga lenta nas garagens e ii) recarga lenta nas garagens e recarga de oportunidade nos terminais, de forma a se ampliar a autonomia diária dos veículos.

A questão da autonomia diária dos veículos é uma preocupação no desenho do projeto-piloto, uma vez que no teste anterior foram observadas autonomias baixas em relação ao esperado. Desta maneira, considerou-se a busca por opções de trajetos e cenários que possam ampliar a utilização dos veículos elétricos, uma vez que quanto maior o uso, maiores podem ser os ganhos operacionais e os ganhos em relação aos indicadores socioeconômicos.

### 2.1.3 Estudos operacionais

Para o desenho deste projeto-piloto de financiamento foram avaliados dois tipos de cenários para a infraestrutura de recarga, seguindo a tecnologia *plug-in* tradicional: i) recarga lenta nas garagens e ii) recarga lenta nas garagens e recarga de oportunidade nos terminais, de forma a se ampliar a autonomia diária dos veículos.

Para a definição dos cenários foram consideradas as especificações técnicas divulgadas pelo fabricante BYD como referência. Segundo o fabricante, atualmente estão disponíveis para o mercado brasileiro dois tipos diferentes de carregadores. O primeiro deles, chamado neste estudo de “carregadores lentos”, apresenta 2 *plug-ins* de carregamento com uma potência máxima de 40 kW cada. Estes carregadores são recomendados para a utilização tanto nos veículos do tipo *Padrón* quanto nos veículos articulados. O tempo de carregamento estimado pelo fabricante para os veículos do tipo *Padrón* está entre 4 e 5 horas, utilizando os dois *plugs* do equipamento simultaneamente; enquanto o tempo para os veículos articulados, considerando as mesmas condições, está entre 6 e 7 horas.

O segundo tipo de carregadores disponíveis, chamado neste estudo de “carregadores rápidos”, apresenta 2 *plug-ins* de carregamento com uma potência máxima de 100 kW cada. A utilização dos carregadores rápidos é recomendada pelo fabricante apenas para os veículos articulados, com um tempo de carregamento estimado para estes veículos de 2 a 3 horas, utilizando os dois *plugs* do equipamento.

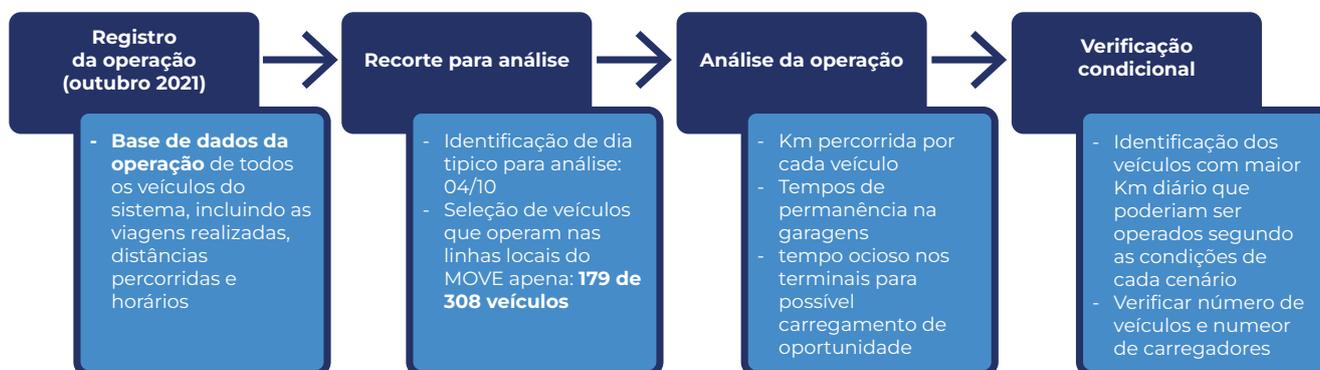
Os tipos de carregadores disponíveis para cada tipo de veículo foram importantes para a definição dos cenários estudados e suas variações. Para os veículos do tipo *Padrón* foi considerada somente a utilização de carregadores lentos; enquanto para os veículos articulados foram consideradas as duas possibilidades disponíveis: carregadores lentos ou carregadores rápidos.

A operação dos veículos nas linhas troncais do sistema MOVE foi estudada em detalhe para a identificação dos veículos que poderiam ser substituídos, das oportunidades associadas, e dos potenciais indicadores operacionais obtidos com a implementação do projeto-piloto.

O estudo da operação dos veículos teve como objetivo a comparação da quilometragem total a ser substituída (dos atuais veículos a diesel pelos futuros veículos elétricos) entre os cenários, assim como a comparação da quantidade de infraestrutura de carregamento necessária para cada caso. Porém, é importante destacar que o estudo realizado se configurou como uma avaliação da operação atual dos veículos em um cenário de inclusão de uma nova tecnologia. Não se tratando, portanto, de uma otimização operacional, que deverá ser realizada durante a implementação do projeto em busca de melhores resultados e minimização de custos.

O estudo foi realizado a partir do banco de dados fornecido pela BHTrans, com a indicação do registro da operação de todos os ônibus do sistema municipal durante o mês de outubro de 2021, incluindo todas as viagens realizadas, distâncias percorridas pelos veículos e horários de início e término destas viagens. A partir do banco de dados recebido, realizou-se um recorte para a avaliação (operação de veículos no MOVE em um dia escolhido de operação), seguido da análise da operação dos veículos neste recorte e da verificação condicional dos veículos que atenderiam aos critérios para serem substituídos pelos veículos elétricos. A Figura 4 abaixo ilustra todo o processo do estudo operacional realizado, descrito na sequência.

Figura 4 – Passo a passo do estudo da operação dos veículos



A análise do registro da operação dos ônibus no sistema municipal de Belo Horizonte mostrou que não há um padrão para a operação de cada veículo no sistema. Isto ocorre porque não há uma obrigatoriedade para a utilização de um veículo específico em uma linha específica por parte dos operadores do sistema. Assim, os operadores são livres para a alocação dos seus veículos para a operação das partidas e linhas que estão sob sua responsabilidade, contanto que cumpram as exigências contratuais em relação ao nível do serviço prestado.

Ou seja, um veículo que opera em uma linha específica em um dia, não necessariamente operará nesta mesma linha nos dias seguintes. A alocação de um veículo pode ainda considerar a operação em diferentes linhas e diferentes terminais ao longo de um mesmo dia. Esta característica do sistema de Belo Horizonte, que também é comum em vários outros sistemas de transportes, tornou necessária a escolha de um “dia típico” para a realização da análise da operação dos veículos.

Desta forma, realizou-se uma comparação entre os padrões de operação dos veículos entre todos os dias registrados na base de dados fornecida, para a identificação do dia em que a operação registrada apresentasse a menor variação em relação à operação registrada nos outros dias do mês. O “dia típico” identificado e selecionado para análise foi o dia 04 de outubro de 2021, dentre todos os dias do mês de outubro fornecidos.

Em seguida, nos registros do dia escolhido foi estabelecido o recorte relacionado às linhas de operação: foram selecionados os veículos que apresentaram, naquele dia específico, operação somente nas linhas troncais do sistema MOVE. Assim, dos 308 veículos em operação atualmente no sistema MOVE, foram selecionados 179 veículos para estudo. Para cada um destes veículos foram calculados:

- A quilometragem total percorrida por cada veículo;
- Os tempos de permanência de cada veículo nas garagens; e
- Os tempos ociosos de cada veículo nos terminais ao longo da operação.

Com base nestas informações, partiu-se para uma verificação condicional de cada um destes veículos, com o objetivo de identificar aqueles que apresentavam padrões de operação que pudessem possibilitar tanto a realização dos carregamentos necessários quanto a realização de suas viagens com a autonomia fornecida pelas baterias.

No caso dos cenários em que foram observados os carregamentos de oportunidade nos terminais, estimou-se para estes carregamentos os tempos ociosos de pelo menos 30 minutos. Assim, para cada veículo com tempos ociosos nos terminais calculou-se uma autonomia total adquirida no dia para verificação. Para o cálculo da autonomia adquirida pelos carregamentos de oportunidade, foi considerada a mesma taxa de carregamento que os carregamentos noturnos. Então, quanto maior o tempo ocioso de cada veículo ao longo dia, maior foi a autonomia adquirida considerada.

A Tabela 9 a seguir apresenta os resultados comparados entre os cenários avaliados, como a quilometragem diária total rodada pelos veículos substituídos, e o dimensionamento do número de carregadores necessários em cada um dos cenários.

**Tabela 9 – Resultados comparados por Cenário**

Tipo de Veículo		Padrón		Articulados			
# de Veículos		20		5			
Cenário		1A e 1A	2A e 2B	1A	1B	2A	2B
Padrão de recarga		Noturno	Noturno + Oportunidade	Noturno		Noturno + Oportunidade	
Tipo de carregador		Lento		Lento	Rápido	Lento	Rápido
KM diária rodada		3.156,6 km	4.156,7 km	963,3 km	963,3 km	1.210,9 km	1.536,4 km
Alternativa: Carregamento noturno nas garagens e de oportunidade nos terminais	# Carregadores noturnos	20	20	5	3	5	3
	# Carregadores de oportunidade	-	4	-	-	3	3
Alternativa: Carregamento noturno e de oportunidade nos terminais	# Carregadores combinados	20	20	5	3	5	3

Fonte: Elaboração própria.

Para o cálculo do número de carregadores necessários realizou-se uma análise integrada dos padrões de operação de cada veículo selecionado, a distribuição de seus tempos ociosos diurnos longos utilizados para o carregamento de oportunidade e o terminal de operação de cada um destes veículos. Desta forma, foi possível calcular o número mínimo de carregadores necessários, levando em consideração que cada carregador possa ser utilizado por mais de um veículo de forma intercalada, a depender da sua localização, um terminal específico ou garagem, e dos momentos em que as recargas devem acontecer.

Além disto, considerou-se também duas alternativas de localização dos carregadores, que se relacionam diretamente com os modelos de negócios que serão discutidos nos itens seguintes deste capítulo. Estabeleceu-se (então) uma primeira alternativa com carregamento noturno nas garagens e carregamento de oportunidade nos terminais, adequada para um modelo de negócios que considera a aquisição dos veículos e infraestrutura pelos concessionários; e outra alternativa com carregamento noturno e de oportunidade nos terminais, adequada para um modelo de negócios em que a aquisição dos veículos e infraestrutura de carregamento é de responsabilidade do órgão público.

Por outro lado, entende-se que de posse dos veículos elétricos, os operadores naturalmente buscarão otimizar a operação dos veículos de forma a maximizar a quilometragem diária dos veículos e com isto reduzir os seus custos operacionais. A otimização da operação dos veículos é um exercício frequente praticado pelos operadores do sistema, que buscam sempre uma alocação mais eficiente de veículos, no sentido de reduzir os custos operacionais e maximizar seus retornos financeiros, e para isso dispõem de softwares e profissionais especializados neste procedimento.

Considerou-se que, a partir dos resultados obtidos no estudo de caso apresentado no item anterior, há ainda um grande potencial de otimização da operação, de forma a permitir que os veículos elétricos operem quilometragens diárias mais próximas às autonomias máximas das baterias, e que os períodos de carregamento de oportunidade sejam alocados de forma a ampliar as autonomias adquiridas ao longo do dia, além daquela obtida pelo carregamento noturno. Além disto, vale salientar que autonomia estabelecida para o desenho do projeto-piloto foi estimada de forma conservadora, com base nos dados e informações obtidas. Desta forma, é possível que a autonomia praticada seja ainda maior do que a estimada, possibilitando um maior aproveitamento da tecnologia e diminuição dos custos.

Por fim, a Tabela 10 a seguir apresenta uma comparação entre as estimativas das quilometragens diárias totais que poderiam ser obtidas após o processo de otimização da operação dos veículos elétricos e das quilometragens calculadas por meio do estudo de caso.

Tabela 10 – Comparação entre as estimativas de quilometragem em cada cenário

Tipo de Veículo	Padrón		Articulados		
# de Veículos	20		5		
Cenário	1A e 1A	2A e 2B	1A e 1B	2A	2B
Padrão de recarga	Noturno	Noturno + Oportunidade	Noturno	Noturno + Oportunidade	
Tipo de carregador	Lento		Lento ou Rápido	Lento	Rápido
KM diária rodada no estudo de caso	3.156,6 km	4.156,7 km	963,3 km	1.210,9 km	1.536,4 km
KM diária rodada POTENCIAL	4.000,0 km	5.500,0 km*	1.000,0 km	1.250,0 km*	1.500,0 km*

Fonte: Elaboração própria.

(\*) Considerando 90 minutos de carregamento por oportunidade nos terminais.

Os resultados obtidos por meio dos estudos operacionais foram utilizados para alimentar a modelagem econômico-financeira discutida anteriormente.

## 2.2 ESPECIFICIDADES DE FORTALEZA

### 2.2.1 Contexto

Até maio de 2022, o município de Fortaleza não possuía experiência prática com a implementação de um projeto de ônibus elétrico. Contudo, a cidade tem aplicado diversas ações com o objetivo de promover a mobilidade urbana sustentável, por meio da expansão da infraestrutura cicloviária e da malha prioritária para o transporte público, implementação de sistema público de bicicletas compartilhadas, dentre outras medidas. No ano de 2019, com o objetivo de identificar os pontos fortes e desafios da Eletromobilidade, foi elaborado um modelo conceitual de uma proposta de projeto-piloto para a implantação de ônibus elétrico na frota do sistema municipal de transporte público.

A proposta visava a fase inicial de implantação de ônibus elétricos, que permitiria implementar ajustes para as etapas posteriores da eletrificação da frota, por meio dos aprendizados obtidos nesta fase principiante. Para a elaboração do projeto-piloto foram estabelecidas as seguintes premissas:

- Manter inalterado o equilíbrio tarifário;
- Antecipar-se a uma tendência mundial;

- Implantação na forma de piloto;
- Possibilidade de ajustes no modelo;
- Iniciar uma cadeia autossustentável.

Em relação ao modelo operacional definiu-se que o projeto-piloto consistiria na operação de 15 veículos em 3 corredores principais: Antônio Bezerra-Papicu (linhas 222 e 200, por exemplo), Parangaba-Papicu (linhas 044 e 045, por exemplo) e Messejana-Centro (linhas 226 e 650, por exemplo). Foi proposto o modelo de recarga noturna nas garagens das empresas que operam as linhas definidas pelo *plug-in* tradicional. Em relação ao veículo foi definido carrocerias de até 13,2m e com piso alto.

As incertezas relacionadas à Eletromobilidade, como os custos de operação e duração da vida útil da bateria, além do alto investimento associado à aquisição de veículos e infraestrutura, são barreiras que dificultaram a aplicação do projeto-piloto até o momento. Além disto, o sistema de transporte público de Fortaleza, assim como nas demais cidades do país, atravessa uma crise relacionada à queda de demanda, que já decorria desde 2015, mas foi acentuada com a pandemia de Covid-19 em 2020. Estas condições implicaram na concessão de subsídios, por parte da Prefeitura de Fortaleza e do Governo do Estado do Ceará, ao serviço de transporte público coletivo de passageiros.

Este cenário desafia a implementação de um projeto-piloto para o atual momento, considerando o modelo definido anteriormente. Com isto, entendeu-se a necessidade de aprofundar os estudos de forma que sejam definidos cenários e modelos que sejam mais adequados para o contexto atual do município e do sistema.

## 2.2.2 Definição das premissas iniciais

A partir de interações com a equipe da Prefeitura de Fortaleza, especificamente da Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza, foram definidas algumas premissas iniciais para o desenho do projeto-piloto de ônibus elétrico. A equipe técnica optou por realizar algumas alterações em relação ao modelo conceitual elaborado em 2019 para o projeto-piloto, observando alguns aprendizados adquiridos.

Em relação à frota do projeto optou-se por **15 veículos elétricos do tipo pesado (14m), piso alto e 5 portas**. Esta frota operará exclusivamente nas linhas **222 – Antônio Bezerra/Papicu/Antônio Sales e 026 – Antônio Bezerra/Messejana**. A justificativa para a escolha das linhas se faz por serem linhas troncais de elevada rodagem diária, com veículos percorrendo até 280 quilômetros por dia, conectando 3 terminais (Antônio Bezerra, Messejana e Papicu) ao centro comercial de Fortaleza. Também estão entre as linhas de maior demanda do sistema, percorrendo maior parte da rota em vias com preferência para o transporte público (em BRT ou em faixas exclusivas).

Em relação à infraestrutura de recarga, o município tinha optado, no modelo conceitual realizado em 2019, pelo *plug-in* tradicional e recarga noturna nas garagens. No atual projeto piloto decidiu-se pela avaliação de dois cenários também com **plug-in tradicional**: i) recarga lenta nas garagens e ii) recarga lenta nas garagens e recarga de oportunidade no Terminal Antônio Bezerra. A escolha por este terminal se fez porque é o terminal comum à operação das duas linhas definidas.

### 2.2.3 Estudos operacionais

Para a seleção dos 15 veículos que serão substituídos por veículos elétricos foram consideradas as premissas citadas anteriormente e as grades horárias dos veículos que operam as linhas em questão fornecidas pela ETUFOR.

Para a seleção dos veículos elegíveis avaliou-se os veículos que apresentam rodagem diária (quilômetros) menor à autonomia operacional. No cenário 01, a autonomia foi fixada em 200 quilômetros. Logo, os veículos elegíveis para substituição veicular na proporção 1 veículo elétrico para 1 veículo convencional (1:1) no cenário 1 foram aqueles que apresentam rodagem diária menor do que 200 quilômetros. No cenário 02, a autonomia considerada depende dos tempos de paradas de cada veículo no terminal Antônio Bezerra.

Quando a quantidade de veículos elegíveis para o projeto foi maior do que 15 veículos, foram selecionados os de maior rodagem diária, dado que o benefício econômico do ônibus elétrico se faz principalmente pelos menores custos associados à operação. Quando a quantidade foi menor do que 15 veículos, foi considerada a possibilidade de substituição de mais de um veículo elétrico por veículo convencional, de forma que a frota de veículos elétricos se aproxime da frota desejável no estudo.

Em seguida foram identificadas as quantidades de infraestrutura de recarga necessárias para cada cenário. Para a infraestrutura de recarga nas garagens realizou-se uma análise da operação ao longo do dia dos veículos por empresa, que opera os veículos selecionados.

Esta análise identificou se há possibilidade de otimização da infraestrutura de recarga nas garagens de cada empresa. Por exemplo, se os 4 veículos selecionados de uma empresa apresentam uma operação que permite a utilização de apenas 3 carregadores, dado que haveria possibilidade de realizar apenas 3 carregamentos simultâneos. Isto é possível quando há um veículo que retorna à garagem após o pico da manhã e retorna para a operação apenas durante o pico da tarde. O intervalo parado na garagem, muitas vezes, é suficiente para o carregamento total deste veículo.

No caso da infraestrutura de recarga nos terminais, foi realizada uma análise da operação ao longo de todos os veículos selecionados, de forma a identificar quantos carregamentos de oportunidade seriam realizados de forma simultânea no Terminal Antônio Bezerra, considerando a atual operação destes veículos.

A Tabela 11 apresenta a estimativa das quilometragens diárias totais que poderiam ser obtidas em cada cenário, assim como o dimensionamento da infraestrutura de recarga necessária.

**Tabela 11 – Quadro-resumo dos cenários operacionais**

Parâmetros	Cenário 01	Cenário 02
<b>Frota</b>	15 elétricos, substituindo 13 a diesel	15 elétricos, substituindo 15 a diesel
<b>Infraestrutura de recarga nas garagens</b>	12 carregadores	14 carregadores
<b>Infraestrutura de recarga no Terminal Antônio Bezerra</b>	-	5 carregadores
<b>Quilometragem total por dia</b>	2.507,5 quilômetros	3.082,30 quilômetros

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados obtidos por meio dos estudos operacionais foram utilizados para alimentar a modelagem econômico-financeira discutida anteriormente.

## 2.3 MODELOS DE NEGÓCIOS CONSIDERADOS

Foram apresentados quatro possíveis modelos de negócios aos agentes responsáveis pelo planejamento e gestão do transporte público para implementação do Projeto-Piloto. Inicialmente foram abordadas as bases teóricas para a construção de um modelo de negócio, incluindo os instrumentos de natureza financeira e os instrumentos de natureza jurídica, no qual foram analisadas as diferentes alternativas de alocação de responsabilidades, riscos e direitos às partes pública e privada que juntamente desenvolverão este projeto de transição.

Destaca-se que a forma contratual é resultado direto do modelo de negócio compreendido como aquele que cria as melhores condições para o desenvolvimento dos serviços de forma equilibrada. Um modelo de negócio procura criar incentivos positivos para a melhoria dos serviços em favor do usuário, em favor do equilíbrio econômico-financeiro do sistema, e em favor da sociedade de uma forma mais ampla, por exemplo incentivar a redução da emissão de gases poluentes a partir da operação veicular.

No contexto da implementação de frota de ônibus elétrico, dentre vários desafios intrínsecos à atividade, destacou-se a necessidade de alinhamento entre todos os atores (governos, operadores, financiadores, fabricantes e fornecedores da tecnologia) para que a transição seja eficiente.

A primeira alternativa considerada foi a **constituição de uma empresa pública** dedicada a implantar e operar um sistema de frota elétrica. A

empresa pública articulária também as organizações responsáveis pela operação e implantação de infraestruturas associadas.

A segunda alternativa, mais comum nos contratos de prestação de serviços de transporte público, foi a **incorporação integral da Eletromobidade aos contratos de concessão existentes**. Ou seja, o aditamento de Contratos de Concessão para estas funções corresponde ao modelo mais utilizado no Brasil, a exemplo de Municípios como Bauru, Santos, Maringá e o Distrito Federal.

Esta alternativa baseia-se na delegação integral das atribuições de aquisição de veículos, sistemas, operação e manutenção destes veículos à iniciativa privada. Isto é, implica que a integralidade das atividades pré-operacionais da frota elétrica, desde a elaboração dos projetos executivos (passando pela obtenção de recursos, os meios de implantação e a integração dos investimentos) até o início da efetiva operação e exploração comercial dos serviços seriam atribuídos à iniciativa privada sem quaisquer atividades delegadas às cidades (exceto aquelas exclusivamente vinculadas aos aspectos regulatórios).

Na terceira alternativa considerada, **a aquisição pública de veículos e operação privada, a cidade poderia** viabilizar a adoção de ônibus elétricos mediante licitação convencional para aquisição de veículos e implantação dos sistemas de recarga, regida pelos termos da Lei Federal nº 14.133/2021, com a posterior locação de veículos às empresas Concessionárias do Sistema de Transporte Público.

A alternativa de compra pública seguida de locação de ativos desonera as empresas Concessionárias não apenas de investimentos em veículos elétricos, o que seria uma barreira relevante ao sucesso de implantação do empreendimento, mas também as desonera da realização de investimentos na renovação dos veículos a combustão que serão substituídos. Assim, este modelo resulta em um alívio temporário na necessidade de caixa ou de prestação de garantias para financiadores das empresas, que substituem a compra de frota por sua locação diretamente do Poder Público.

E a quarta alternativa, **implementação e operação privada em contratos especializados**, permitiria à cidade viabilizar a contratação especializada, ou seja, um contrato para a implantação de veículos e sistemas e outro para a operação. A separação da implantação, gestão e operação da Eletromobidade em dois contratos teria por objetivo trazer ao sistema a eficiência de agentes especializados.

A discussão dos quatro modelos foi alvo de várias conversas realizadas, seja por meio das capacitações, ou nas reuniões técnicas. Nas capacitações a equipe da cidade chegou a definir e discutir as barreiras, oportunidades, pontos fortes e pontos fracos de cada modelo, segundo o contexto local e avaliando a possível aplicação de cada um deles à sua realidade local.

Com base nestas discussões foram estruturadas e apresentadas os modelos de negócios às cidades, para discussão, refinamento, complementação e decisão do modelo a ser escolhido. Os resultados obtidos estão apresentados no último capítulo deste relatório.

## 2.4 MODELAGEM ECONÔMICO-FINANCEIRA

A avaliação financeira do Projeto-Piloto foi realizada com o objetivo de se apurar os impactos da adoção de novas tecnologias sobre o custo arcado pelos agentes operadores e seu reflexo sobre a variação da necessidade de receitas a serem geradas, seja por variação no valor da tarifa do usuário, seja por subsídio a ser viabilizado pelo Município em favor das empresas operadoras. A seguir apontam-se os princípios metodológicos utilizados, para em seguida serem indicadas as fontes de dados, e por fim os resultados finais.

A metodologia adotada para a avaliação econômico-financeira pode ser denominada “substituição orçamentária planejada”. Neste modelo utilizou-se uma planilha de custos típica adotada pelo setor de transporte público, na qual são incluídos os custos fixos e variáveis decorrentes do uso de veículos elétricos, e deduzidos os mesmos custos dos veículos a combustão substituídos pelos veículos elétricos. Assim, no modelo de “substituição orçamentária planejada” calculou-se o diferencial de custos agregados do sistema com e sem a adoção de veículos elétricos.

A planilha tarifária é uma representação sintética dos custos econômicos decorrentes da prestação dos serviços de transporte público. Conforme amplamente aceito pela doutrina sobre a matéria, as empresas privadas contratadas para a prestação de serviços públicos devem ser adequadamente remuneradas pela prestação dos serviços na forma e na quantidade definida pelo órgão gestor, seja diretamente pelo Poder Concedente, seja por meio do pagamento da tarifa pelo usuário. Sendo este o caso em tela, é correto afirmar que a planilha tarifária tem por objetivo converter os custos decorrentes da prestação de serviços públicos, na forma e na quantia definidos pelo Poder Concedente, em valor de tarifa para os usuários.

No modelo de “substituição orçamentária planejada”, adotado para a transição para a Eletromobilidade, foram calculados os custos variáveis unitários de veículos elétricos e a combustão, assim como as variações dos custos fixos com a depreciação e a remuneração do capital. Não se considera que a substituição de uma parte de veículos a combustão por elétricos leve a alterações relevantes em: custos com pessoal operacional, particularmente custos com motoristas, pessoal de fiscalização e controle operacional; custos com pessoal de manutenção; e custos com pessoal administrativo.

Por um lado, os processos associados à manutenção de motores elétricos tendem a ser mais simples em comparação à manutenção de motores a combustão. Por outro lado, as novas tecnologias introduzidas por veículos elétricos levarão a novas atividades especializadas, o que criará novas posições de manutenção. Em equilíbrio, estima-se que a substituição de veículos a combustão por veículos elétricos no quantitativo determinado para o Projeto-Piloto não causará uma alteração significativa no número de funcionários alocados a estas atividades. Mas recomenda-se que estes valores sejam efetivamente auferidos quando do início da operação.

Os parâmetros de produtividade e os custos unitários foram multiplicados pela quantidade de veículos adotada e pela quilometragem operacional e não operacional dos veículos escolhidos na modelagem, de forma a se obter os custos totais da situação com veículos elétricos e sem veículos elétricos. Esta comparação, ou “substituição financeira planejada”, indicou qual seria o impacto pecuniário sobre os contratos de concessão das atuais empresas operadoras.

## 2.5 DISCUSSÕES TÉCNICAS

Conforme descrito no capítulo anterior, realizou-se diversas discussões técnicas entre a equipe de consultores e as equipes responsáveis em cada uma das cidades. A seguir detalha-se o conteúdo das discussões e apresenta-se os materiais produzidos para dar suporte a estes momentos de interação.

As reuniões de discussão e início do delineamento dos Projetos-Piloto foram realizadas com o objetivo de permitir o entendimento do contexto local e das expectativas das cidades para a elaboração dos Projetos. Neste momento também realizou-se a identificação da equipe responsável e do ponto de contato em cada Município. A reunião consistiu na discussão inicial sobre o desenvolvimento dos Projetos-Piloto e teve como ponto de partida a apresentação, pelas equipes das cidades, do seu avanço em direção à Eletromobilidade e os projetos anteriores correlatos.

Após a realização da primeira capacitação, “Eletromobilidade do transporte público: da teoria à realidade”, houve duas discussões técnicas com cada uma das cidades com o objetivo de discutir e validar as análises e proposições em relação a diversos aspectos essenciais para o desenho dos Projetos-Piloto. As duas reuniões foram propostas em sequência para permitir uma primeira discussão inicial, com uma abordagem mais conceitual, e outra discussão posterior, com maior aprofundamento das questões, com base nas reflexões de cada uma das equipes.

Na primeira reunião tratou-se os seguintes assuntos: alocação dos veículos elétricos; demanda das linhas consideradas; escala do Projeto-Piloto de Financiamento; construção dos cenários por convergência; cenários e premissas; seleção de veículos e aplicação das condições de contorno; modelos de substituição: premissas, estruturação e resultados; posicionamento dos estudos financeiros e fontes de dados; barreiras e oportunidade dos contratos vigentes.

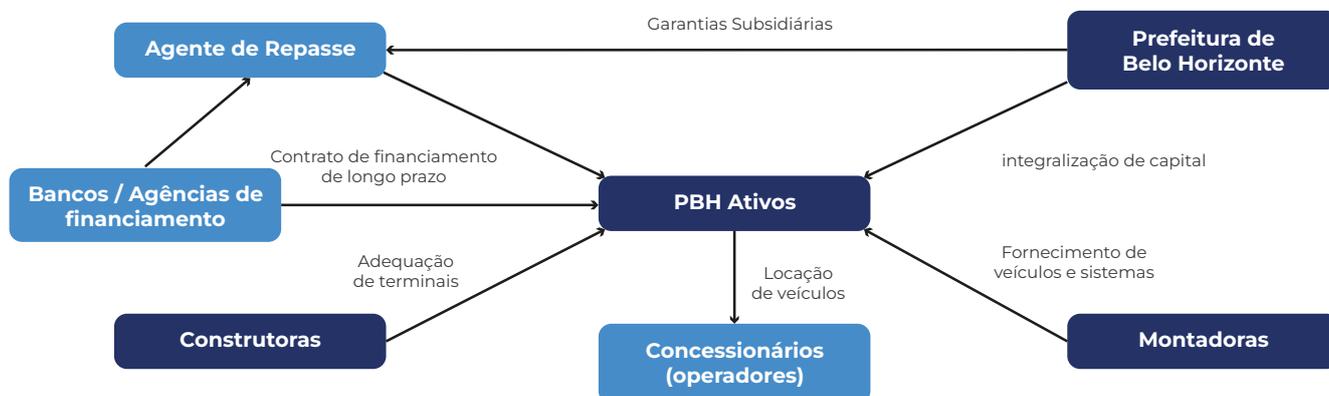
A segunda reunião trouxe para as cidades avanços em relação aos pontos discutidos na reunião anterior e introduziu os quatro modelos de negócios a serem considerados. Esta introdução foi importante para que as equipes responsáveis pudessem participar das capacitações seguintes com reflexões mais direcionadas, tornando-as mais produtivas do ponto de vista de desenvolvimento dos Projetos-Piloto. Neste momento discutiu-se os seguintes assuntos centrais: parâmetros para a seleção de linhas; avaliação dos aspectos de impacto social; e as alternativas de modelos de negócios (operação pública, concessão global, responsabilidade compartilhada pública e privada, e implantação e operação privada em dois contratos).

Após a realização da segunda e terceira capacitação, “Modelos de negócios para eletrificação: conceitos, instrumentos e aplicação” e “Financiamento da mobilidade urbana e aplicações à eletromobilidade”, foi realizada uma reunião com a equipe de cada cidade para a discussão da estrutura proposta dos Projetos-Piloto. Nesta reunião buscou-se confirmar as avaliações realizadas, os resultados obtidos, e discutir as possibilidades consideradas para cada cidade.

A reunião foi dividida em três partes. A primeira parte tratou da delimitação dos aspectos operacionais relacionados ao Projeto-Piloto, como as premissas e cenários avaliados, a definição da autonomia adotada para os veículos elétricos nos modelos de substituição, o estudo de caso da operação de veículos elétricos na cidade e os resultados de quilometragem rodada e dimensionamento de infraestrutura obtidos. Em seguida, a segunda parte da reunião tratou do modelo de negócios proposto, a base para o projeto de financiamento, as possíveis linhas de financiamento disponíveis para as soluções propostas e o planejamento de atividade para o Projeto.

No caso de **Belo Horizonte**, foi proposto o modelo em que o Poder Público adquire e loca a frota de veículos elétricos, sendo responsável pelo fornecimento de energia e por guardar os veículos nos terminais durante o carregamento. Os operadores privados seriam responsáveis pela locação, operação e manutenção dos veículos por meio do aditamento dos contratos vigentes de concessão. O modelo está ilustrado na Figura 5.

**Figura 5 – Agentes e relações contratuais do modelo de negócios de aquisição pública de veículos e operação privada proposto para Belo Horizonte**

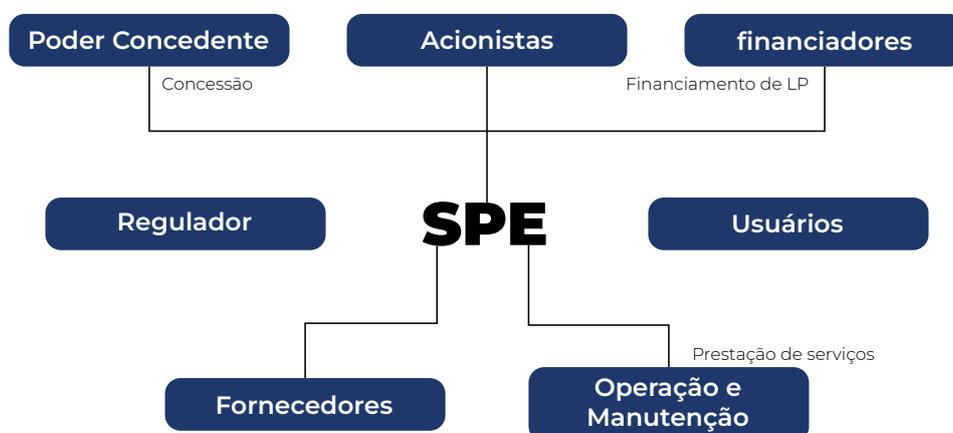


Fonte: Elaboração própria.

Conforme indicado na Figura 5, identificou-se a PBH Ativos (sociedade anônima de capital fechado que tem como acionistas o Município de Belo Horizonte, a PRODABEL e a BHTRANS) como possível agente tomador de crédito para a compra dos ativos, ou seja, responsável pela aquisição dos veículos e infraestrutura de carregamento.

Para **Fortaleza** foram propostas duas alternativas, discutidas em detalhe com a equipe da cidade. Considerou-se a opção preferida pelo município, o modelo de concessão global, uma vez que há uma relação positiva com os operadores de transportes e que a busca por uma simplificação dos processos administrativos é relevante para o município. Esta opção preferida está ilustrada na Figura 6 a seguir.

**Figura 6 – Agentes e relações contratuais do modelo de negócios de incorporação integral da Eletromobilidade aos contratos de concessão existentes preferido para Fortaleza**



Fonte: Elaboração própria.

Outra opção considerada como possível foi o modelo de responsabilidade compartilhada pública e privada. Esta solução apresenta desafios contratuais contornáveis por meio do processo de repactuação contratual, mas pode apresentar um maior desafio na realização do processo de aprovação e licitação.

Ainda na reunião, a última parte tratou dos aspectos jurídicos associados aos modelos de negócio preferidos, com base na discussão das vias legais existentes para adoção dos modelos, em face tanto dos contratos vigentes atualmente quanto em relação ao arcabouço jurídico existente em cada um dos Municípios.

A partir das discussões as cidades foram incitadas a refletir internamente sobre as possibilidades para que pudessem realizar a escolha do modelo de negócios a ser considerado para o Projeto-Piloto. Na cidade de Belo Horizonte ainda foi realizada uma reunião adicional para discussão do modelo com a PBH Ativos, na qual a discussão foi retomada e aprofundada para melhor alinhamento de todos os atores envolvidos.

Ao término do processo a cidade de Belo Horizonte confirmou a decisão pelo modelo de negócios de **aquisição pública de veículos e operação privada**; e a cidade de Fortaleza confirmou a decisão pelo modelo de **incorporação integral da Eletromobilidade aos contratos de concessão existentes**.

Os materiais completos utilizados como apoio para a exposição do conteúdo durante as discussões técnicas estão disponibilizados nos arquivos digitais do **ANEXO 1. Materiais de apoio das discussões técnicas**.

## 2.6 NÍVEL DE CONHECIMENTO

Este último item refere-se ao resultado comparativo das pesquisas de avaliação do nível de conhecimento realizadas ao início e ao final do Projeto.

Os resultados são apresentados por meio das frequências de cada um dos níveis de respostas apresentados aos respondentes para a avaliação do nível de conhecimento: (1) Nenhum, (2) Razoável, (3) Bom, (4) Muito bom, e (5) Excelente.

As frequências de cada um dos níveis foram calculadas tanto para a aplicação inicial da pesquisa, realizada ao início do projeto, quanto para a aplicação final da pesquisa, realizada ao final do projeto.

A apresentação dos resultados é realizada por meio de uma figura e de uma tabela para o universo total de análise, ou seja, o total de participantes do Governo Federal, de Belo Horizonte e de Fortaleza.

A figura contém dois gráficos, à esquerda apresenta-se a distribuição das respostas obtidas na pesquisa inicial, e à direita da pesquisa final.

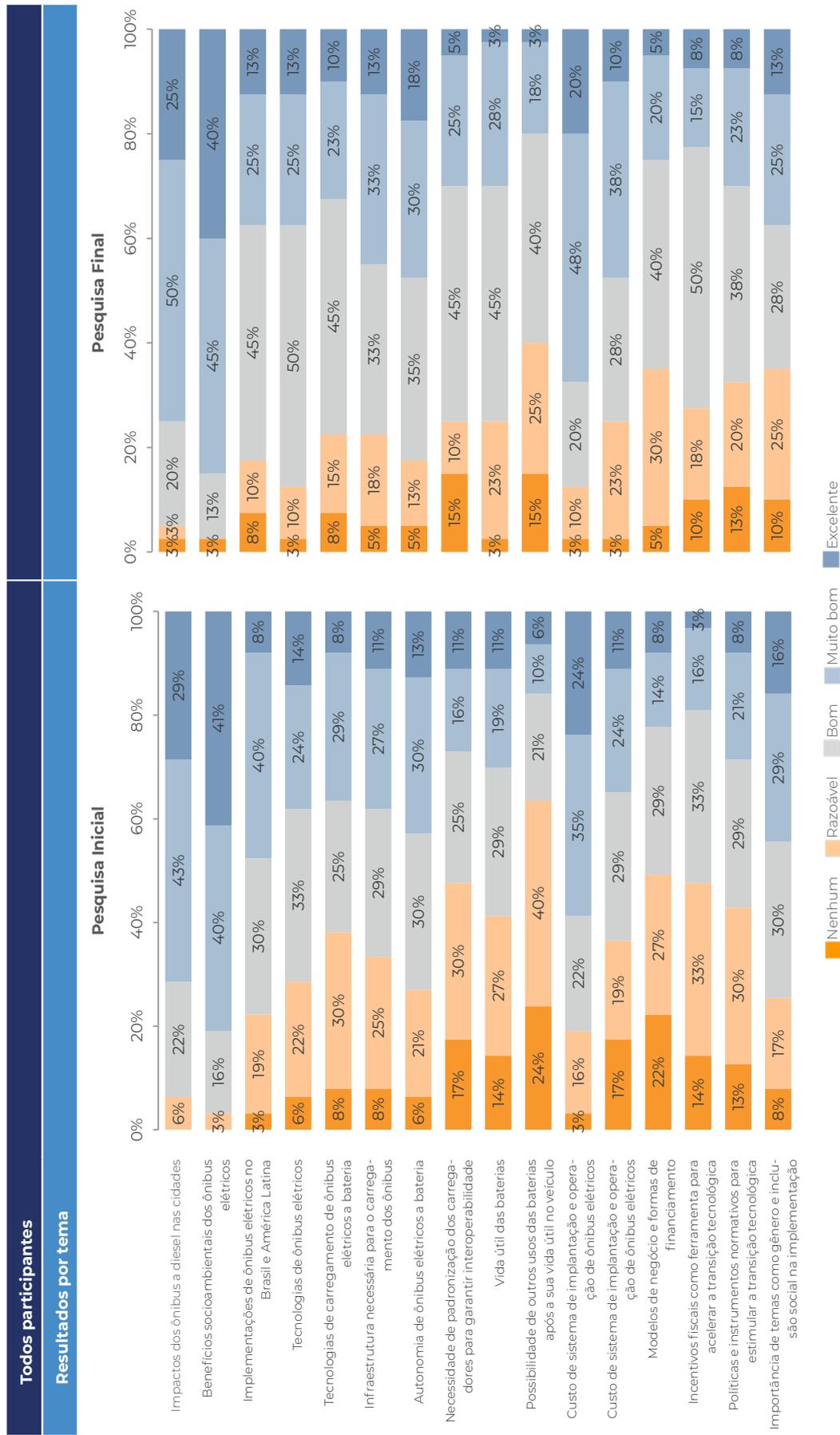
A tabela apresenta os valores numéricos representados nos gráficos, além do cálculo da diferença de frequências observada para cada nível de conhecimento entre a pesquisa inicial e final. As diferenças entre as frequências foram calculadas subtraindo-se a frequência observada na pesquisa inicial da frequência observada na pesquisa final:

$$\text{Diferença}_i = \text{Frequência}_{i,\text{Pesquisa Final}} - \text{Frequência}_{i,\text{Pesquisa Inicial}}, i = \{\text{Nenhum, Razoável, Bom, Muito bom, Excelente}\}$$

Na tabela as diferenças positivas estão representadas em tons de verde e as diferenças negativas estão representadas em tons de vermelho, para facilitar a visualização.

Após a apresentação da figura e tabela, apresenta-se uma breve discussão dos resultados, tema por tema.

Figura 7 – Resultados por tema — Todos participantes



Fonte: elaboração própria.

Tabela 12 – Resultados por tema — Todos Participantes

	Pesquisa Inicial					Pesquisa Final									
	Nenhum	Razoável	Bom	Muito bom	Excelente	Nenhum		Razoável		Bom		Muito bom		Excelente	
						Freq.	Diferença	Freq.	Diferença	Freq.	Diferença	Freq.	Diferença	Freq.	Diferença
Impactos dos ônibus a diesel nas cidades	0,0%	6,3%	22,2%	42,9%	28,6%	2,5%	2,5%	2,5%	-3,8%	20,0%	-2,2%	50,0%	7,1%	25,0%	-3,6%
Benefícios socioambientais dos ônibus elétricos	0,0%	3,2%	15,9%	39,7%	41,3%	2,5%	2,5%	0,0%	-3,2%	12,5%	-3,4%	45,0%	5,3%	40,0%	-1,3%
Implementações de ônibus elétricos no Brasil e América Latina	3,2%	19,0%	30,2%	39,7%	7,9%	7,5%	10,0%	10,0%	-9,0%	45,0%	14,8%	25,0%	-14,7%	12,5%	4,6%
Tecnologias de ônibus elétricos	6,3%	22,2%	33,3%	23,8%	14,3%	2,5%	2,5%	10,0%	-12,2%	50,0%	16,7%	25,0%	1,2%	12,5%	-1,8%
Tecnologias de carregamento de ônibus elétricos a bateria	7,9%	30,2%	25,4%	28,6%	7,9%	7,5%	15,0%	-15,2%	45,0%	19,6%	-6,1%	22,5%	-6,1%	10,0%	2,1%
Infraestrutura necessária para o carregamento dos ônibus	7,9%	25,4%	28,6%	27,0%	11,1%	5,0%	17,5%	-7,9%	32,5%	3,9%	32,5%	32,5%	5,5%	12,5%	1,4%
Autonomia de ônibus elétricos a bateria	6,3%	20,6%	30,2%	30,2%	12,7%	5,0%	12,5%	-8,1%	35,0%	4,8%	30,0%	30,0%	-0,2%	17,5%	4,8%
Necessidade de padronização dos carregadores para garantir interoperabilidade	17,5%	30,2%	25,4%	15,9%	11,1%	15,0%	10,0%	-20,2%	45,0%	19,6%	25,0%	25,0%	9,1%	5,0%	-6,1%
Vida útil das baterias	14,3%	27,0%	28,6%	19,0%	11,1%	2,5%	2,5%	-4,5%	45,0%	16,4%	27,5%	27,5%	8,5%	2,5%	-8,6%

	Pesquisa Inicial					Pesquisa Final									
	Nenhum	Razoável	Bom	Muito bom	Excelente	Nenhum		Razoável		Bom		Muito bom		Excelente	
						Freq.	Diferença	Freq.	Diferença	Freq.	Diferença	Freq.	Diferença	Freq.	Diferença
Possibilidade de outros usos das baterias após a sua vida útil no veículo	23,8%	39,7%	20,6%	9,5%	6,3%	15,0%	-8,8%	25,0%	-14,7%	40,0%	19,4%	17,5%	8,0%	2,5%	-3,8%
Importância da cooperação entre diversos atores para a implementação	3,2%	15,9%	22,2%	34,9%	23,8%	2,5%	-0,7%	10,0%	-5,9%	20,0%	-2,2%	47,5%	12,6%	20,0%	-3,8%
Custo de sistema de implantação e operação de ônibus elétricos	17,5%	19,0%	28,6%	23,8%	11,1%	2,5%	-15,0%	22,5%	3,5%	27,5%	-1,1%	37,5%	13,7%	10,0%	-1,1%
Modelos de negócio e formas de financiamento	22,2%	27,0%	28,6%	14,3%	7,9%	5,0%	-17,2%	30,0%	3,0%	40,0%	11,4%	20,0%	5,7%	5,0%	-2,9%
Incentivos fiscais como ferramenta para acelerar transição tecnológica	14,3%	33,3%	33,3%	15,9%	3,2%	10,0%	-4,3%	17,5%	-15,8%	50,0%	16,7%	15,0%	-0,9%	7,5%	4,3%
Políticas e instrumentos normativos para estimular a transição tecnológica	12,7%	30,2%	28,6%	20,6%	7,9%	12,5%	-0,2%	20,0%	-10,2%	37,5%	8,9%	22,5%	1,9%	7,5%	-0,4%
Importância de temas como gênero e inclusão social na implementação	7,9%	17,5%	30,2%	28,6%	15,9%	10,0%	2,1%	25,0%	7,5%	27,5%	-2,7%	25,0%	-3,6%	12,5%	-3,4%

Fonte: elaboração própria.

É importante destacar que observou-se uma mudança significativa nas características dos participantes das pesquisas entre a aplicação inicial e final. Ou seja, houve uma alteração nas pessoas que participaram das duas pesquisas, o que pode ter gerado um impacto direto na consistência dos resultados analisados.

A pesquisa foi desenhada de forma a não permitir a identificação dos indivíduos que participaram. Com isto não é possível realizar uma vinculação direta ou verificação das alterações das respostas registradas somente entre aqueles que participaram nos dois momentos propostos.

Portanto, a alteração do perfil de respostas entre as pesquisas inicial e final pode ser um reflexo da participação, na pesquisa final, de respondentes com perfil de conhecimento distinto daqueles que participaram da pesquisa inicial.

Além disto, por se tratar de uma pesquisa qualitativa, depende do julgamento dos participantes sobre o nível de conhecimento existente sobre cada tema. Assim, os resultados estão sujeitos a possíveis distorções da percepção dos participantes sobre os temas apresentados.

É possível que ao desconhecer um tema específico em detalhes, um indivíduo possa julgar que o seu nível de conhecimento sobre o assunto seja maior do que o nível de conhecimento percebido após um maior conhecimento sobre o tema. Ou seja, o próprio aumento do nível de conhecimento sobre um assunto pode ser agente do quanto a pessoa realmente conhece o tema específico.

# 3.

---

## DESAFIOS ENCONTRADOS

Por fim, este terceiro capítulo aborda e discute os principais desafios encontrados ao longo do desenvolvimento dos Projetos-Piloto em conjunto com as cidades de Belo Horizonte (MG) e Fortaleza (CE).

Os desafios apontados referem-se tanto às questões sociais e políticas, como a influência da pandemia de Covid-19 no equilíbrio financeiro dos sistemas de transportes das cidades, quanto às questões referentes ao início de implantação de uma nova tecnologia com poucas aplicações ainda no território nacional, como as incertezas sobre a autonomia dos veículos e o descarte dos veículos e baterias ao final de sua vida-útil.

### 3.1 PANDEMIA DE COVID-19

A discussão sobre a transição para a Eletromobilidade não pode ser dissociada de discussões mais atuais sobre a sustentabilidade financeira dos sistemas de transporte público. Neste sentido, destaca-se o tema da redução de demanda causada pela pandemia de Covid-19 que impactou diretamente o financiamento dos sistemas de transportes urbanos.

Em ambas as cidades Identificou-se que o atual modelo de financiamento do sistema deixou de ser sustentável. E não havendo a busca e implementação de novas formas de financiamento, o modelo atual poderá sucumbir. Os cenários do transporte público em Belo Horizonte e Fortaleza, assim como em muitas outras cidades brasileiras, já indicavam perda progressiva de demanda. Com o impacto da pandemia a situação se agravou.

A equipe de Belo Horizonte aponta como urgente a necessidade de se criar algum tipo de subsídio para o transporte público, ou até uma mudança contratual que envolva algum tipo de garantia por parte do poder público.

Em Belo Horizonte, no período mais crítico da crise do financiamento ocorrido durante a pandemia de Covid-19, para atenuar o problema a Prefeitura

antecipou a compra de créditos do vale-transporte para o funcionalismo e fez um repasse de 20 milhões para as empresas, operação avalizada por instâncias jurídicas. Esta iniciativa foi muito combatida e acabou contribuindo para a instituição da CPI da BHTRANS, gerando um cenário político não favorável.

Em Fortaleza sabe-se que os efeitos da pandemia alteraram de forma significativa o padrão de deslocamento, principalmente dos usuários que utilizavam o transporte público. Durante maio de 2020, período do primeiro *lockdown*, o sistema apresentou a menor demanda de toda a pandemia, sendo de 5 milhões de embarques mensais. Anterior à pandemia, este valor era próximo dos 23 milhões. Logo, a demanda mensal de 5 milhões representou uma queda de 78%. Dados mais recentes indicam que o total de embarques mensais foi de 15,4 milhões no mês de setembro de 2021, o que representa cerca de 65% do total de viagens realizadas anteriormente.

Estas condições implicaram na concessão de subsídios, por parte da Prefeitura de Fortaleza e do Governo do Estado do Ceará, ao serviço de transporte público coletivo de passageiros. Avalia-se que a pandemia agravou a situação do setor, com o aumento dos custos associados (combustível e mão de obra) e a queda significativa da demanda.

Assim, os impactos da pandemia da Covid-19 nos modelos de transporte público adotados nos municípios são apontados como os principais desafios na percepção dos limites e possibilidades para a eletrificação da frota. Estas condições implicam maior dificuldade na negociação com os operadores atuais, que viram suas receitas diminuir enormemente nos últimos anos.

Nas discussões realizadas ficou evidente que a pandemia teve significativos impactos no modelo de financiamento do transporte público, tornando-o insustentável e impactando diretamente na visão destes atores sobre os contratos vigentes nas cidades. Entende-se que a pandemia fragilizou os contratos de concessão e, portanto, verifica-se que há a necessidade de renegociar os termos da concessão, dado que tanto o serviço quanto a arrecadação indicada nas licitações não estão sendo praticados na realidade.

Estes impactos ainda permanecem, já que a recuperação econômica tem sido muito lenta e não há (neste momento) maior clareza sobre as perspectivas futuras. Por exemplo, em Fortaleza havia uma percepção de que o final do ano de 2021 apresentaria um aumento considerável da demanda, considerando as melhorias nos índices sanitários, além do fato de que geralmente o período de final de ano geralmente apresenta uma demanda mais expressiva, dadas as viagens adicionais realizadas por motivos de compras nesta época do ano. No entanto, na realidade, verificou-se que a demanda ainda mantém o patamar de cerca de 65% da demanda anterior à pandemia, com tendência estável, sem perspectiva de aumento no curto e médio prazo.

Na capital cearense, a drástica redução da receita gerou uma cadeia de impactos. E para salvar o sistema, uma série de medidas foram adotadas: a passagem passou a ter subsídio governamental; a frota não foi renovada; e alguns aspectos da fiscalização e gestão de contratos deixaram de ser feitos. De uma receita de aproximadamente 60 milhões por mês, a receita caiu para cerca de 15 milhões por mês com a pandemia. O sistema transportava cerca de 1 milhão de passageiros por dia. E quando as discussões foram realizadas, apresentava uma média de 490 mil. Assim, mesmo com a retomada das atividades econômicas, a percepção por parte dos gestores é de que o sistema apresentará uma demanda de até 65% do que era anteriormente.

Para viabilizar a troca da frota conforme previsto em contrato, os consórcios de Fortaleza realizam compras conjuntas, aumentando sua capacidade de negociação, além da criação de um fundo reservado para as aquisições composto pelas receitas do equivalente ao vale transporte. Mas, em função da pandemia, a partir de 2020 a frota teve uma renovação baixíssima. Os efeitos da pandemia também são sentidos na gestão e fiscalização dos contratos. Se antes o descumprimento de alguma cláusula contratual resultava em notificação e multas, atualmente, diante da situação econômica, há a necessidade de um maior relaxamento e flexibilização das cláusulas, de acordo com a ETUFOR.

A necessidade de dispor de alternativas para receitas extra-tarifárias é consenso em ambas as cidades. Em Fortaleza houve pouco avanço no assunto e havia desconhecimento se os contratos atuais permitem receitas acessórias, como exploração publicitária ou estacionamento rotativo, por exemplo. Em Belo Horizonte, os atores locais entrevistados relatam a inexistência de um ambiente político que incentive estas discussões, que ficou ainda mais dificultado devido ao cenário de instabilidade e incerteza gerado pela CPI em curso.

## 3.2 NOVA TECNOLOGIA

A transição para a frota de ônibus elétricos nas cidades brasileiras enfrenta obstáculos de ordem tecnológica. Devido ainda haver poucas experiências práticas com a tecnologia, principalmente em projeto de maior escala, há carência de conhecimentos mais aprofundados sobre ônibus elétricos por parte das prefeituras e operadoras de trânsito. Ônibus elétricos movidos a bateria são uma tecnologia emergente e, portanto, ainda em fase de aprendizagem. Logo, por mais que haja avanços na literatura, estudos de casos e troca de conhecimentos no Brasil e no mundo (a exemplo da PNME e do *TUMI E-bus Mission*), a baixa capacidade técnico-operacional continua sendo um dos entraves à tomada de decisão para aquisição.

Além disto, a adoção de uma nova tecnologia implica na incorporação de infraestruturas adicionais que viabilizem o funcionamento adequado destes veículos. São necessárias infraestruturas de recarga a serem

instaladas nas garagens e em pontos específicos da cidade, além da provisão de redes de transmissão e distribuição de energia.

Por sua vez, isto exige um planejamento integrado de medidas interativas entre tecnologia, veículos, espaço urbano e capacitação profissional para operação, manutenção e monitoramento. Da mesma forma que estas medidas estão em fase de desenvolvimento e aprendizagem em várias cidades do mundo, também estão sendo compreendidos os papéis de cada ator neste planejamento, principalmente no que tange à capacitação.

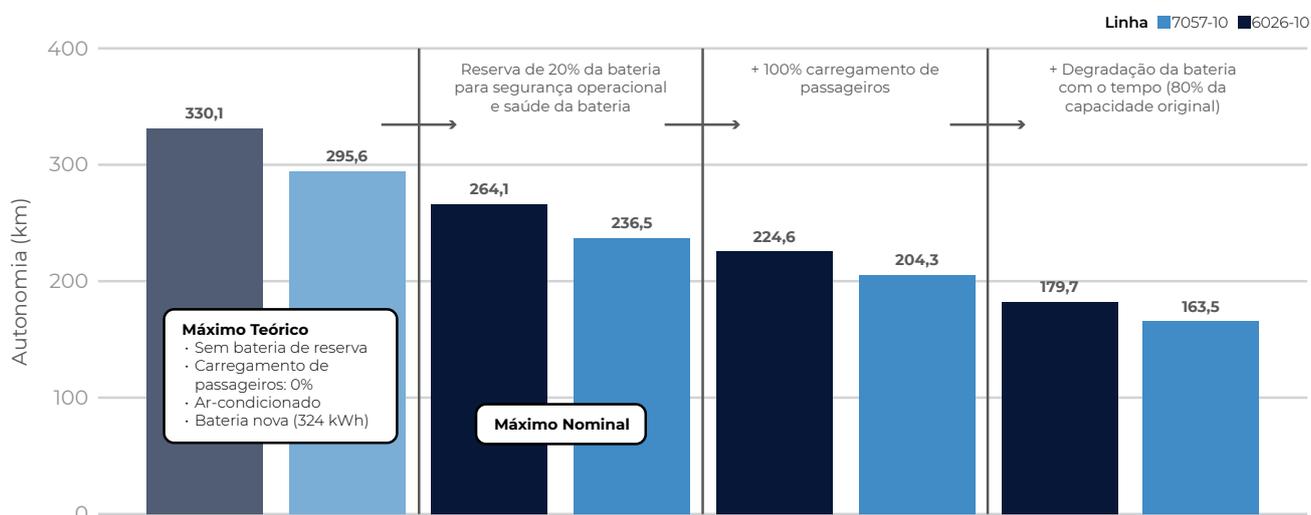
### 3.3 AUTONOMIA DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

A discussão da autonomia dos veículos elétricos ocupou papel central dentro dos debates envolvendo os Projetos-Piloto. A autonomia real dos veículos elétricos ainda carece de mais referências e registros de aplicações em larga escala, o que ainda não acontece no Brasil. Além disto, a autonomia de um veículo elétrico depende de vários fatores exógenos à escolha de um certo tipo de tecnologia, como o trajeto percorrido, as condições climáticas, topografia do percurso e os padrões de operação, entre eles, a quantidade de paradas realizadas pelos veículos. Todas estas variáveis dificultaram a definição do valor a ser adotado pelos estudos operacionais. Deste modo, foi necessário avaliar uma série de estudos, relatos e experiências para a definição do valor a ser considerado.

Identificou-se que várias experiências com projetos de ônibus elétricos apontam para uma autonomia de 250 quilômetros por carga. Além de que, motivadas pela incerteza, identificou-se também que algumas municipalidades estão definindo valores de autonomia mínima nos próprios contratos, como nos casos de Bogotá (260 quilômetros), do projeto-piloto de São Paulo (250 quilômetros) e de São José dos Campos (250 quilômetros). Contudo, estas autonomies são referentes à capacidade máxima das baterias, e para a operação é importante considerar a reserva operacional de 20% da carga total de forma a preservar a saúde da bateria e a possibilidade de emergências operacionais.

O estudo mais atual, detalhado e realizado observando a perspectiva nacional, trata do produto elaborado pelo projeto ZEBRA (*Zero Emission Bus Rapid-Deployment Acceletaror*) que apresentou uma discussão sobre o desempenho operacional e econômico de uma frota de ônibus a diesel e de uma frota de ônibus elétrico a bateria, considerando a experiência de São Paulo. Foram realizadas simulações de operação de ônibus elétrico em 20 linhas por uma mesma empresa e foram obtidos consumo de energia e autonomia, com base na alteração de variáveis-chave que impactam fortemente estes parâmetros, como a reserva de bateria e o carregamento de passageiros. Os resultados das linhas de maior e menor consumo estão apresentados na Figura 7 abaixo.

**Figura 8 – Impacto de variáveis-chave na autonomia estimada dos ônibus elétricos**



Fonte: ZEBRA (2022).

Os resultados indicam que a autonomia de um ônibus elétrico para a realidade dos trajetos das 20 linhas em estudo – considerando a operação com 20% de reserva de bateria para segurança operacional e saúde da bateria e com 100% de carregamento de passageiros – está entre aproximadamente 205 e 225 quilômetros por carga. Em uma análise mais conservadora e realizando um arredondamento, para este estudo, foi observada a autonomia de 200 quilômetros, com uma reserva de bateria de 20% e o carregamento de 100% dos passageiros.

### 3.4 CENÁRIO MACROECONÔMICO E SUA INFLUÊNCIA NOS PREÇOS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Outro desafio encontrado foi para a definição dos parâmetros de preços dos veículos elétricos devido ao cenário macroeconômico instável, observado após o início da pandemia de Covid-19 e agravado pelo início do conflito geopolítico no Leste Europeu, que provocou não somente o aumento nas taxas de inflação como também a escalada dos preços de veículos, componentes e da tarifa de energia elétrica.

O impacto observado não se refere somente aos veículos elétricos, mas também foi refletido no preço dos veículos a diesel e dos combustíveis, o que gerou, conseqüentemente, aumento dos custos operacionais.

Para a definição dos parâmetros de custos tidos na modelagem econômico-financeira foi considerada a seguinte referência de preços de veículos elétricos com recarga *plug-in*: cotação formalizada em sede de

Procedimento de Manifestação de Interesse, realizado pela Prefeitura do Município do Rio de Janeiro em 2020 para o Projeto de BRT da Avenida Transbrasil, ajustada por variações de câmbio.

A partir da cotação, os valores em dólares americanos foram comparados a preços observados em outros projetos internacionais. Porém, observou-se eventuais diferenças que se devem à incidência de impostos, que no Brasil é mais elevada do que em outros países e às circunstâncias vigentes na cadeia produtiva de veículos pesados.

E (ainda) as cotações de veículos elétricos podem variar de forma significativa entre a data de realização dos estudos e a data de efetiva aquisição dos veículos devido a diversos fatores como as taxas de câmbio, a oferta ou escassez de insumos, entre outras já citadas. Ressalva-se também que poderá haver diferença razoável no preço dos veículos entre os Estados do Brasil devido a diferentes alíquotas e formas de cálculo da incidência do ICMS.

### 3.5 DESCARTE DE VEÍCULOS E BATERIAS

A tecnologia de ônibus elétricos é recente e há poucos exemplos de frotas elétricas alcançando o final da vida útil. Em vista disto ainda há incertezas sobre a disposição final das baterias e o valor residual dos veículos no final da vida útil. Estas incertezas dificultam a adoção da tecnologia por parte dos operadores, considerando que pode resultar em riscos econômicos desconhecidos e comprometer a sustentabilidade financeira do sistema.

Em relação aos veículos, o atual modelo consiste em uma redução dos custos de manutenção pela venda dos veículos convencionais no final da vida útil. Geralmente, operadores de cidades de grande porte vendem ou transferem os veículos ao final da vida útil para cidades de menor porte, ou para serviços que permitem a operação de veículos de mais rodagem. Portanto, há uma cadeia que permite a utilização do bem de forma maximizada. Entretanto, a venda de veículos velhos e muito mais poluentes não é uma prática recomendável. Para que ocorra uma renovação dos ônibus elétricos, é necessário o fomento à adoção da tecnologia por parte de outros municípios, partindo das experiências positivas obtidas pelas cidades que implementaram a eletrificação da frota. Isto resultaria na cadeia de reaproveitamento dos veículos e consolidação do mercado de ônibus elétrico.

Os ônibus elétricos apresentam menos partes móveis no motor e por isto tendem a apresentar menores custos de manutenção e maior vida útil (Mahmout *et al.*, 2016). Com isto, entende-se que a degradação da bateria seja o primeiro fator a ser considerado para substituição. A degradação da bateria em cerca de 20% é o suficiente para afetar significativamente a autonomia dos veículos elétricos, podendo prejudicar a operação das linhas contempladas pelo projeto. Por esta razão, é sugerido que os

projetos de transição de eletrificação da frota contemplem estratégias de disposição final, reutilização ou reciclagem das baterias.

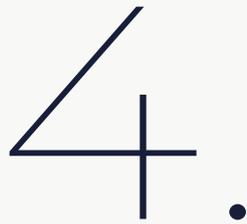
No atual momento há poucas experiências acerca da reutilização ou reciclagem das baterias no Brasil. No entanto, há várias pesquisas sendo elaboradas com o objetivo de atribuir um uso de segunda via para as baterias e algumas iniciativas realizadas. Algumas das recomendações mais indicadas na literatura tratam do uso das baterias para deslocamento de pico de energia e armazenamento de energia. O deslocamento do pico da energia consiste em carregar as baterias durante o momento de ociosidade da rede, e durante o horário de pico as baterias podem ser utilizadas para reforçar a oferta do abastecimento dos veículos elétricos. O armazenamento de energia consiste em dar suporte à implementação de sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica inteligentes que utilizam recursos digitais, operando de forma mais eficiente, por meio de um maior controle do fluxo de energia. Para a implementação desta rede inteligente é necessária a existência de um sistema de armazenamento de energia que pode ser feito por meio de baterias de segunda vida. Apesar de haver incertezas e o modelo ainda estar em desenvolvimento, existem iniciativas de utilização de segunda vida de bateria como armazenamento de energia na China e nos Estados Unidos.

O custo associado para o aproveitamento de um conjunto de baterias em elementos de armazenamento de energia tende a ser mais barato do que a aquisição de novas baterias (MDR, 2022). Mas, há uma tendência de redução dos custos das baterias, com a melhoria da tecnologia, e por isso é necessário avaliar os impactos econômicos deste reaproveitamento, de forma a garantir a viabilidade econômica do projeto.

Outra disposição final trata do processo de reciclagem dos materiais críticos para a produção das baterias. O desenvolvimento desta prática tende a atribuir uma menor pressão pelas matérias-primas (que representam boa parte do custo da bateria) e queda nas emissões e diminuição dos impactos resultantes da mineração e refinamento (MDR, 2022). No entanto, no Brasil, as políticas e regulamentações de disposição e reciclagem para baterias foram desenvolvidas anterior ao mercado de veículos elétricos e por isto não contemplam as baterias de íons de lítio.

Desta forma, é de extrema importância a elaboração de uma construção de regulamentação que direcione o manejo adequado das baterias de ônibus elétricos, considerando a tendência do uso desta tecnologia. A consolidação de uma regulamentação também tende a reduzir e fomentar a indústria de reciclagem, que ainda se encontra em um estágio inicial.

Por fim, avalia-se que ainda há incertezas no que se refere à destinação dos ônibus elétricos e baterias no final da vida útil. Há pesquisas e experiências que indicam alternativas, mas ainda estão em estágio inicial. Entende-se que a implementação de um projeto-piloto é parte fundamental para a redução de incertezas para a transição da frota para a Eletromobilidade, a partir dos aprendizados obtidos, troca de experiências com outras cidades e avanços tecnológicos.



## REFERÊNCIAS

- [1] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 1.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Venda Nova/Pampulha, que fazem entre si o Município e Consórcio DEZ.
- [2] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 2.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Norte/Nordeste/Leste, que fazem entre si o Município e Consórcio BH LESTE.
- [3] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 3.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Barreiro/Oeste, que fazem entre si o Município e Consórcio DEZ.
- [4] Prefeitura de Belo Horizonte. **Contrato de concessão RTS N° 4.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Belo Horizonte, na área de operação Noroeste e área de operação em comum, que fazem entre si o Município e Consórcio DOM PEDRO II.
- [5] Prefeitura de Fortaleza. **Contrato de concessão N° 11/2012 – SEINF.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Fortaleza, na área de operação N° 1, que fazem entre si o Município e Consórcio Leste, vencedor da concorrência pública N° 03/2012 (Processo N° 25052/2012).
- [6] Prefeitura de Fortaleza. **Contrato de concessão N° 12/2012 – SEINF.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Fortaleza, na área de operação N° 2, que fazem entre si o Município e Consórcio Antonio Bezerra, vencedor da concorrência pública N° 03/2012 (Processo N° 25052/2012).

- [7] Prefeitura de Fortaleza. **Contrato de concessão N° 13/2012 – SEINF.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Fortaleza, na área de operação N° 3, que fazem entre si o Município e Consórcio Expresso 05, vencedor da concorrência pública N° 03/2012 (Processo N° 25052/2012).
- [8] Prefeitura de Fortaleza. **Contrato de concessão N° 14/2012 – SEINF.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Fortaleza, na área de operação N° 4, que fazem entre si o Município e Consórcio Parangaba, vencedor da concorrência pública N° 03/2012 (Processo N° 25052/2012).
- [9] Prefeitura de Fortaleza. **Contrato de concessão N° 15/2012 – SEINF.** Contrato de concessão de serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros no Município de Fortaleza, na área de operação N° 5, que fazem entre si o Município e Consórcio Messejana, vencedor da concorrência pública N° 03/2012 (Processo N° 25052/2012).
- [10] Mahmoud, M., R. Garnett, M. Ferguson, and P. Kanaroglou. 2016. **“Electric Buses: A Review of Alternative Powertrains.”** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 62 (September): 673–84. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.019>
- [11] Ministério do Desenvolvimento Regional, *World Resources Institute e Banco Interamericano de Desenvolvimento.* **Guia de Eletromobidade: Orientações para estruturação de projetos no transporte coletivo. Brasília, 2022. Disponível em:** [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobibilidade-e-servicos-urbanos/Guia\\_Eletromobidade.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobibilidade-e-servicos-urbanos/Guia_Eletromobidade.pdf)
- [12] ZEBRA – *Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator.* **Análise da implantação de ônibus zero emissão na frota de um operador de ônibus na cidade de São Paulo, 2022. Disponível em:** <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/03/hdv-brasil-analise-da-implantac%CC%A7a%CC%83o-de-o%CC%82nibus-zero-emissa%C%83o-sa%CC%83o-paulo-mar22.pdf>

# 5.

## ANEXO 1. MATERIAIS DE APOIO DAS DISCUSSÕES TÉCNICAS

Todo o material de apoio desenvolvido e utilizado durante as discussões técnicas está disponibilizado digitalmente juntamente com este relatório em PDF e em formato editável, conforme listado a seguir:

### **Belo Horizonte (MG)**

- 1ª Discussão Técnica
  - *BH – Discussão Técnica 1 (20220308).pdf*
  - *BH – Discussão Técnica 1 (20220308).pptx*
- 2ª Discussão Técnica
  - *BH – Discussão Técnica 2 (20220314).pdf*
  - *BH – Discussão Técnica 2 (20220314).pptx*
- *Discussão da Estrutura do Projeto-Piloto*
  - *BH – Projeto Piloto (20220525).pdf*
  - *BH – Projeto Piloto (20220525).pptx*

- *Discussão com a PBH Ativos*
  - *BH – Projeto Piloto – PBH Ativos (20220622).pdf*
  - *BH – Projeto Piloto – PBH Ativos (20220622).pptx*

#### **Fortaleza (CE)**

- *1ª Discussão Técnica*
  - *FOR – Discussão Técnica 1 (20220309).pdf*
  - *FOR – Discussão Técnica 1 (20220309).pptx*
- *2ª Discussão Técnica*
  - *FOR – Discussão Técnica 2 (20220321).pdf*
  - *FOR – Discussão Técnica 2 (20220321).pptx*
- *Discussão da Estrutura do Projeto-Piloto*
  - *FOR – Projeto Piloto (20220523).pdf*
  - *FOR – Projeto Piloto (20220523).pptx*







# EletoMobilidade

Transição para a Eletromobilidade  
nas Cidades Brasileiras

Executor



Realização



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL 